

## Atomizing Sieve and Fuel Injector Having an Atomizing Sieve

Fuel injectors having atomizing sieves (50) for supplying fuel and fuel-gas mixtures to internal combustion engines are provided, which are distinguished by the fact that they achieve a particularly high atomization quality and an excellent conditioning quality of the fuel. Apart from that, the atomizing sieve (50) constitutes a protective shield against the formation of ice, plugging, and depositing of chemical substances in the interior of the fuel injector.

When viewed in the direction of flow of the fuel, the atomizing sieve (50) is provided downstream from at least one spray-discharge orifice (25), and it has a saucer-type, concavely curved design. The outer peripheral region (60) of the atomizing sieve (50) is integrally cast in the protective cap (40) provided at the downstream end of the fuel injector. For protection from mechanical influences, protective prongs (62) of the protective cap (40) protrude farther downstream than the deepest area (56) of the atomizing sieve (50). In this deepest area (56), a partial quantity accumulates, which constitutes a liquid that is comparatively at rest, to which new fuel is then added. This system allows for an ideal spraying of the fuel into the smallest droplets.



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 44 42 350 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 29/04**  
F 02 M 69/04  
F 02 M 61/14  
F 02 M 51/08

②1 Aktenzeichen: P 44 42 350.0  
②2 Anmeldetag: 29. 11. 94  
④3 Offenlegungstag: 22. 6. 95

DE 44 42 350 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
21.12.93 DE 43 43 688.9

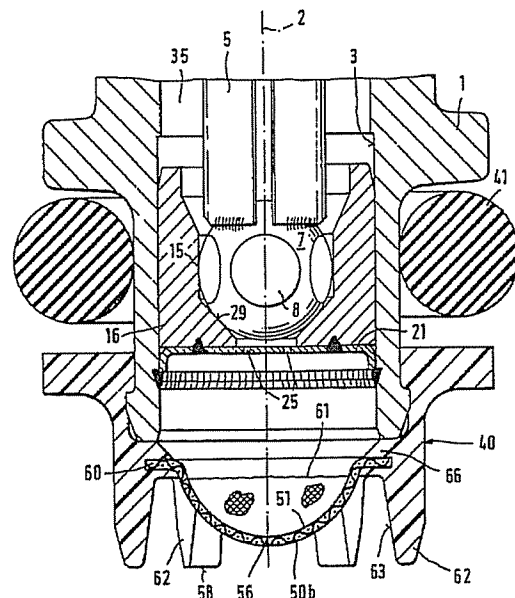
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:

Wirth, Klaus, 96120 Bischberg, DE; Krohn,  
Klaus-Henning, Dipl.-Ing., 96047 Bamberg, DE;  
Maier, Martin, Dipl.-Ing. Dr., 71696 Möglingen, DE;  
Straetz, Jutta, 97500 Ebelsbach, DE; Buchholz,  
Juergen, Dipl.-Ing. (FH), 74348 Lauffen, DE; Heyse,  
Joerg, Dipl.-Ing., 71706 Markgröningen, DE; Lauter,  
Stefan, Dipl.-Ing. (FH), 96050 Bamberg, DE;  
Dennerlein, christof, 96175 Pettstadt, DE;  
Liebmann, Edwin, Dr.-Ing. Dr., 96050 Bamberg, DE;  
Thomas, Mathias, 96169 Appendorf, DE; Klaski,  
Michael, 71729 Erdmannhausen, DE; Abidin, Anwar,  
Dipl.-Ing., 71229 Leonberg, DE

⑤4 Zerstäubungssieb und Brennstoffeinspritzventil mit einem Zerstäubungssieb

⑤7 Es werden Brennstoffeinspritzventile mit Zerstäubungssieben (50) zur Versorgung von Brennkraftmaschinen mit Brennstoff bzw. mit Brennstoff-Gas-Gemischen vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnen, daß eine besonders hohe Zerstäubungsgüte und eine ausgezeichnete Aufbereitungsqualität des Brennstoffs erzielt wird. Außerdem stellt das Zerstäubungssieb (50) ein Schutzschild gegen Vereisungen, Plugging und Ablagerungen chemischer Substanzen im Inneren des Brennstoffeinspritzventils dar.  
In Strömungsrichtung des Brennstoffs gesehen ist stromabwärts wenigstens einer Abspritzöffnung (25) das Zerstäubungssieb (50) vorgesehen, das eine schalenförmige, konkav ausgewölbte Gestalt aufweist. Mit einem äußeren Umfangsbereich (60) ist das Zerstäubungssieb (50) in der am stromabwärtigen Ende des Brennstoffeinspritzventils vorgesehenen Schutzkappe (40) eingegossen. Zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen ragen Schutzzinken (62) der Schutzkappe (40) weiter stromabwärts als der tiefste Bereich (56) des Zerstäubungssiebes (50). In diesem tiefsten Bereich (56) sammelt sich beim Abspritzen des Brennstoffs eine Teilmenge, die eine vergleichsweise ruhende Flüssigkeitsmenge darstellt, auf die dann neuer Brennstoff trifft. Diese Anordnung ermöglicht ein ideales Zerreißen des Brennstoffs in kleinste Tröpfchen.



DE 44 42 350 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 025/700

42/31

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Zerstäubungssieb bzw. einem Brennstoffeinspritzventil mit einem Zerstäubungssieb nach der Gattung des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 10.

Aus der DE-OS 23 06 362 ist bereits eine Einrichtung zur Kraftstoffaufbereitung für eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der mit wenigstens einem Einspritzventil Kraftstoff zugemessen wird, der wiederum in einem dem Einspritzventil nachgeschalteten Ansaugrohr bzw. einem Zweigstutzen des Ansaugrohrs auf ein dort angeordnetes Sieb trifft. Mit dieser Einrichtung soll besonders während der Kaltstart- und Warmlaufphase der Brennkraftmaschine ein gut zündfähiges Kraftstoff-Luft-Gemisch erzeugt werden, ohne dabei die Kraftstoffmenge wesentlich erhöhen zu müssen. Eine gute Vorverdampfung des Kraftstoffes tritt auf, wenn das Sieb elektrisch beheizbar ausgeführt ist. Der große Abstand des Siebes vom Einspritzventil läßt dabei keine genau gezielten Strahlformen zu, vielmehr wird der Kraftstoff weit versprüht.

Bekannt ist des weiteren aus der EP-OS 0 302 660 ein Brennstoffeinspritzventil, an dessen stromabwärtigem Ende ein Adapter vorgesehen ist, in den aus einer Austrittsöffnung kommender Brennstoff gelangt, der wiederum am stromabwärtigen Ende des Adapters auf eine ebene, Maschen aufweisende Metallscheibe zum Aufbrechen des Brennstoffs trifft. Die ebene Metallscheibe ist dabei so angeordnet, daß ein Luftstrom über Löcher in dem Adapter stromaufwärts der Metallscheibe und stromabwärts der Metallscheibe dafür sorgt, daß an der Metallscheibe hängenbleibende Brennstofftropfen weggerissen werden. Eine bessere Zerstäubungsgüte wird also erst dann erreicht, wenn der Brennstoff nahe der Metallscheibe von einem Luftstrom umfaßt wird, durch den aber eine genaue Abspritzgeometrie nicht erreicht werden kann.

Außerdem ist schon aus der DE-OS 27 23 280 bekannt, an einem Brennstoffeinspritzventil stromabwärts einer Dosieröffnung ein Brennstoffaufbrechglied in der Form einer ebenen dünnen Scheibe auszuführen, die eine Vielzahl von gebogenen schmalen Schlitzten aufweist. Die bogenförmigen Schlitzte, die durch Ätzen in der Scheibe eingebracht sind, sorgen mit ihrer Geometrie, also mit ihrer radialen Breite und ihrer Bogenlänge, dafür, daß ein Brennstoffschleier gebildet wird, der in kleine Tröpfchen aufbricht. Der Ätzvorgang zur Herstellung der Schlitzte ist sehr kostenintensiv. Außerdem müssen die einzelnen Schlitzgruppen sehr exakt eingebracht werden, um das Aufbrechen des Brennstoffs in gewünschter Weise zu erreichen.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Zerstäubungssieb mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß es als sehr einfaches und leicht an Brennstoffeinspritzventilen montierbares Bauteil sehr kostengünstig und in einer Vielzahl von Gestaltungsvarianten schnell und sicher herstellbar ist und eine hervorragende Zerstäubung des abgespritzten Brennstoffs gewährleistet.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und

Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Zerstäubungssiebes möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, das Zerstäubungssieb schalenförmig gewölbt auszubilden. Außerdem ist es von Vorteil, das Zerstäubungssieb aus einem rostfreien Metall, einem Kunststoff, Teflon oder PTC, also einem Werkstoff mit positivem Widerstands-Temperatur-Koeffizienten zu fertigen. Teflon eignet sich als Material für das Zerstäubungssieb dann besonders, wenn ein Einsatz des Zerstäubungssiebes unter extremen Temperaturbedingungen erfolgen soll. Ein Zerstäubungssieb aus Teflon ist nämlich hydrophob und verhindert deshalb Vereisungen bei Temperaturen bis zu  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Zerstäubungssiebes ergibt sich, wenn eine Maschenweite von rund 0,2 mm des Siebes vorgesehen ist. Von Vorteil kann es für spezielle Anwendungen auch sein, die Maschen des Zerstäubungssiebes neben einer einlagigen Variante zwei- oder mehrlagig herzustellen, wobei die mehreren Gewebelagen gegeneinander verschränkt sind. Die Maschendichte kann in vorteilhafter Weise zur flächenmäßigen Anpassung der Zerstäubungsgüte variabel gestaltet werden. Das Gewebe des Zerstäubungssiebes kann eine konstante Maschenweite aufweisen, aber auch zur Siebaußenzone hin dichter werden oder umgekehrt auch zur Mitte des Zerstäubungssiebes hin verdichtet sein.

Weiterhin ist es vorteilhaft, das Zerstäubungssieb als ein Bimetallsieb, bestehend aus zwei Metallen mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, auszubilden, indem die Maschenöffnungen beispielsweise mittels eines Lasers eingebracht werden. Ein Bimetallsieb hat den Vorteil, daß die Geometrie des Siebes, also z. B. die Auswölbungsform, bei unterschiedlicher Betriebstemperatur in gewünschter Weise verändert werden kann, um die Zerstäubungsgüte und die Strahlform den Erfordernissen der jeweiligen Betriebszustände anzupassen.

Vorteilhaft ist zudem ein beheizbares Zerstäubungssieb zur Brennstoffverdampfung. Temperaturabhängige Siebmateriale sorgen dafür, daß der Widerstand veränderlich ist. So erhöht sich z. B. bei PTC-Materialien mit positivem Widerstands-Temperatur-Koeffizienten der Widerstand bei Erwärmung. Dadurch kann durch elektrische Beheizung, insbesondere bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine, eine bessere Verdampfung des Brennstoffs erreicht werden.

Einen weiteren Vorteil stellt ein umlaufender Klemmring dar, der das Zerstäubungssieb in Umfangsrichtung begrenzt und in dem das Siebblatt eingeklemmt, gespannt oder umgossen ist. Dieser Klemmring ermöglicht eine sehr einfache Montage des Zerstäubungssiebes an einem Brennstoffeinspritzventil, die in einem Verfahrensschritt durch Einspannen erfolgen kann.

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 10 hat den Vorteil, daß mit sehr geringem Kostenaufwand ein Zerstäubungssieb sehr einfach an dem Brennstoffeinspritzventil montierbar ist, das zu einer weiteren Verbesserung der Zerstäubungsgüte auch ohne Gasumfassung beiträgt, da der auf das Zerstäubungssieb treffende Brennstoff besonders fein an den Maschen des Zerstäubungssiebes in kleinste Tröpfchen zerstäubt wird, wodurch die Abgasemission einer Brennkraftmaschine weiter reduziert und ebenso eine Verringerung des Brennstoffverbrauchs erzielt wird. Der Brennstoff wird durch das Aufprallen am Zerstäubungssieb extrem abgebremst und in die jeweiligen Maschen umgelenkt. Die

Kollision sorgt für ein Zerreißen bzw. für eine Zerstückelung des Brennstoffs. Im Bereich des Zerstäubungssiebes findet also eine Energieumwandlung der im Brennstoff gespeicherten kinetischen Energie statt. In dem nun fein zerrissenen Brennstoff treten Schwingungen und Turbulenzen aufgrund der Kollision auf. Voraussetzung dafür ist wenigstens ein impulsreicher Brennstoffstrahl, der z. B. aus einer Düsenöffnung oder aus mehreren Abspritzöffnungen einer Spritzlochscheibe austreten kann. Durch das Zerreißen des Brennstoffs am Zerstäubungssieb und das Hindurchtreten des Brennstoffs durch die feinen Maschen des Zerstäubungssiebes entsteht stromabwärts des Zerstäubungssiebes ein feiner Tröpfchennebel. Die Brennstofftröpfchen besitzen nun eine wesentlich größere Oberfläche als die Brennstoffstrahlen vor dem Auftreffen auf dem Zerstäubungssieb, die wiederum Indiz für eine gute Zerstäubung ist.

Neben einer optimierten Zerstäubung und einer damit verbundenen Verringerung der Abgasemission und des Brennstoffverbrauchs der Brennkraftmaschine ergeben sich aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 10 weitere Vorteile und positive Effekte. So bietet das Zerstäubungssieb stromabwärts der Düsenöffnung bzw. der Spritzlochscheibe eine erhöhte Sicherheit vor Vereisungen im Inneren des Brennstoffeinspritzventils, besonders der Spritzlochscheibe. Mit einem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil kann ein Abspritzen von Brennstoff noch bei wesentlich niedrigeren Temperaturen (auch mit hoher Luftfeuchtigkeit) erfolgen, als dies bei Brennstoffeinspritzventilen ohne Zerstäubungssieb der Fall ist. Das Zerstäubungssieb wirkt als "Eisfalle". Außerdem wird durch das Zerstäubungssieb am Brennstoffeinspritzventil das Risiko von sogenanntem Plugging an der Spritzlochscheibe erheblich reduziert. Qualitativ schlechter Brennstoff besitzt nämlich u. a. auch schwer siedende Bestandteile, die bei bekannten Brennstoffeinspritzventilen im Kontakt mit der Saugrohratmosphäre zu Teerrückständen am Brennstoffeinspritzventil führen. Die Folgen sind Querschnittsverminderungen der Brennstoffaustrittsöffnungen, die sogar bis zu einem Zusetzen führen können. Mit der stromabwärtigen Anordnung des Zerstäubungssiebes ist dieser nachteilige Vorgang ausgeschlossen, da die Saugrohratmosphäre von den Brennstoffaustrittsöffnungen ferngehalten wird und sich deshalb diese Bestandteile des Brennstoffs bereits am Zerstäubungssieb ablagern. Ein eventuell zugesetztes Zerstäubungssieb ließe sich sehr einfach austauschen. Außer der Verhinderung des Plugging wird auch eine Ablagerung von Bleisulfat an der Düsenöffnung bzw. der Spritzlochscheibe vermieden. Schwefelhaltige Brennstoffe besitzen nämlich den Nachteil, daß beim Auftreffen auf kältere Bauteile Schwefel kondensiert, was zur Folge hat, daß sich Schichten von Bleisulfat an metallischen Bauteilen ablagern. Ähnlich dem Plugging verursachen diese Schichten ein Zusetzen von Öffnungen am Brennstoffeinspritzventil, beispielsweise der Abspritzöffnungen der Spritzlochscheibe. Das Zerstäubungssieb gewährleistet wirkungsvoll, daß keine Bleisulfatschichten stromaufwärts des Zerstäubungssiebes im Inneren des Brennstoffeinspritzventils gebildet werden, da dort die chemische Saugrohratmosphäre nicht wirksam ist.

Das am Brennstoffeinspritzventil befestigte Zerstäubungssieb ist also sowohl ein Zerstäubungsverbesserer des aus dem Brennstoffeinspritzventil austretenden Brennstoffs als auch ein Schutzelement vor zahlreichen Einflüssen mechanischer und chemischer Art.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 10 angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, das Zerstäubungssieb in Strömungsrichtung des Brennstoffes gesehen konkav schalenförmig gewölbt auszubilden. Die konkave Auswölbung des Zerstäubungssiebes sorgt dafür, daß ein Teil des niedergeschlagenen Brennstoffes in mindestens einem tiefsten Bereich zusammenlaufen kann. Der gesammelte Brennstoff stellt für eine kurze Zeit eine vergleichsweise ruhende Flüssigkeitsmenge dar, auf die dann wieder neuer Brennstoff trifft. Diese Ausgestaltung trägt zu einer besonders hohen Zerstäubungsgüte bei. Außerdem kann sich so kein Brennstoff am äußeren Siebrand sammeln.

Weiterhin ist es von Vorteil, wenn das Zerstäubungssieb mit einem äußeren Umfangsbereich in eine Schutzkappe eingegossen ist. Dabei ist das Zerstäubungssieb mit einem Rückstehmaß in die Schutzkappe eingelassen, d. h. das stromabwärtige Kappenende der Schutzkappe begrenzt das Brennstoffeinspritzventil stromabwärtig, während der tiefste Bereich des Zerstäubungssiebes weiter stromaufwärts liegt und damit nicht aus dem Brennstoffeinspritzventil herausragt. Diese räumliche Anordnung bietet einen ausreichenden Schutz vor mechanischen Beschädigungen. Die Schutzkappe ist dazu in vorteilhafter Weise als eine Schutzkrone ausgebildet, wodurch sich Vorteile im Tropfverhalten des Brennstoffeinspritzventils gegenüber einer Schutzkappe mit umlaufendem Schutzring ergeben.

Durch die Ausbildung mehrerer Auswölbungen am Zerstäubungssieb ergeben sich weitere Vorteile, da für unterschiedliche Anwendungsfälle ganz konkrete Strahlgeometrien bzw. Strahlbilder erzeugt werden können. Die durch die Spritzlochanordnung bzw. -neigung vorgegebenen Strahlwinkel des Brennstoffs bleiben auch bei nachgeschaltetem Zerstäubungssieb vorteilhaft erhalten. Eine durch die Abspritzöffnungen z. B. vorgegebene Zweistrahligkeit wird durch das Zerstäubungssieb nicht negativ beeinflusst, kann aber durch stromaufwärts oder stromabwärts des Zerstäubungssiebes angeordnete Strahlteiler verstärkt werden.

Besonders vorteilhaft ist eine zum Zerstäubungssieb zusätzliche Gasumfassung des Brennstoffs. Die Gaszufuhr kann dabei so angeordnet sein, daß sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts des Zerstäubungssiebes das Gas auf den Brennstoff gerichtet ist. Idealerweise sind die Gaszuführkanäle stromabwärts des Zerstäubungssiebes in der Schutzkappe eingebracht und dabei so ausgerichtet, daß sie mit ihren gedachten Verlängerungen tangential die Auswölbung des Zerstäubungssiebes stromabwärts berühren. Die Aufbereitungsqualität wird durch die Gasumfassung weiter erhöht. Neben der Verbesserung der Brennstoffzerstäubung durch eine nachgeschaltete Gaszuführung ergibt sich auch der Vorteil der sehr geringen Kosten, da die Zuführkanäle sehr einfach in der Schutzkappe eingebracht werden können und auf einen bezüglich der Genauigkeit der Gasmenge schwer einzustellenden Gasringsspalt verzichtet werden kann. Gewünschte Brennstoffstrahlwinkel bleiben trotz Gasumfassung weitgehend erhalten, da der Brennstoff nicht voll über seinen Umfang durch das aus den Zuführkanälen austretende Gas umfaßt wird.

Von großem Vorteil ist die sehr einfache und gute Handhabung, da das Zerstäubungssieb zusammen mit der Schutzkappe einen Aufbereitungsvorsatz bildet, der auf die verschiedensten Arten von Ventilen aufsetzbar

und damit auch unabhängig von Ventilschließgliedformen verwendbar ist.

Besonders vorteilhaft ist es, das Zerstäubungssieb mit einer deutlichen räumlichen Entfernung von der wenigstens einen Abspritzöffnung des Einspritzventils stromabwärts anzuordnen. Ziel ist es nämlich, mit einem Zerstäubervorsatz bestehend aus einem Abstandskörper und dem Zerstäubungssieb bei fester Einbaulage des Einspritzventils den Punkt der Brennstoffzerstäubung in die ideale Position in der Luftströmung des Saugrohrs der Brennkraftmaschine zu legen, damit die Wandfilmbildung des Brennstoffs im Saugrohr zu reduzieren bzw. zu verhindern, wodurch als Konsequenz eine deutliche Verringerung der Abgasemission, besonders des Anteils an HC, erreicht wird. Der Abstandskörper mit dem in vorteilhafter Weise an seinem stromabwärtigen Ende befestigten Zerstäubungssieb sorgt also für eine räumliche Trennung von Zumeisung und Aufbereitung des Brennstoffs. Als ideale Entfernungen zwischen der Abspritzöffnung und dem Zerstäubungssieb haben sich 5–50 mm (ohne Gas) bzw. 5–100 mm (mit Gas) herausgestellt. In idealer Weise können die Abmessungen (Durchmesser, Länge) des am besten hülsenförmig gestalteten Abstandskörpers einfach verändert und so an unterschiedlich geformte Saugrohre angepaßt werden, daß die Zerstäubung und Aufbereitung des Brennstoffs beispielsweise immer in der Saugrohrmittenströmung erfolgen kann, womit die bereits erwähnte Wandfilmbildung im Saugrohr weitgehend vermieden wird.

Um eine störende Benetzung der inneren Wandung des Abstandskörpers zu verhindern, muß das Einspritzventil einen Brennstoffstrahl mit möglichst kleinem Öffnungswinkel, also einen sogenannten Schnurstrahl (pencil-shaped jet), abspritzen. Von Vorteil ist es, wenn deshalb im Abstandskörper nahe der Abspritzöffnung Öffnungen vorgesehen sind, durch die Gas eingeführt wird, um den Brennstoffstrahl über die Länge des Abstandskörpers schnurförmig zu belassen. Nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe wird nämlich aufgrund des Brennstoffstrahls durch die Öffnungen z. B. Saugrohrluft angesaugt. Die eingesaugte Luft ummantelt den schnurförmigen Brennstoffstrahl, so daß eine nachteilige Benetzung der inneren Wandung des Abstandskörpers vermieden wird. Das Nachtropfen von Brennstoff bei abgeschaltetem Einspritzventil kann durch diese Maßnahme weitgehend unterbunden werden. Eine durch eine zusätzliche Gaseinführung erzeugte Gasströmung sorgt zudem noch für ein verbessertes Austragsverhalten der feinen Brennstofftröpfchen.

In vorteilhafter Weise können durch Kombination verschieden geformter Zerstäubungssiebe und unterschiedliche Abmessungen aufweisender Abstandskörper in Verbindung mit oder ohne Gaseinführung, mit oder ohne Gasumfassung am Zerstäubungssieb, mit oder ohne Strahlteiler, die dem Zerstäubungssieb vor- oder nachgeschaltet sein können, sehr viele Zerstäuberanordnungen geschaffen werden, die jeweils auf die konkreten Bedingungen des Saugrohrs und der Brennkraftmaschine abgestimmt sind. Mit Hilfe dieser Zerstäubervorsätze an den Einspritzventilen lassen sich auch sehr einfach Sonderformen der Brennstoffabspritzung erreichen (z. B. elliptische Strahlbilder, asymmetrische Mengenverteilung, Abspritzen auf mehrere Einlaßventile).

Weitere Vorteile sind nachstehend bei der Beschreibung der Ausführungsbeispiele genannt.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Zerstäubungssieb, Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Zerstäubungssieb, Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Zerstäubungssieb, Fig. 4 eine schematische Prinzipskizze eines Zerstäubungssiebes mit einer Auswölbung, Fig. 5 eine schematische Prinzipskizze eines Zerstäubungssiebes mit vier Auswölbungen, Fig. 6 eine schematische Prinzipskizze eines Zerstäubungssiebes mit zwei symmetrischen Auswölbungen, Fig. 7 eine schematische Prinzipskizze eines Zerstäubungssiebes mit zwei asymmetrischen Auswölbungen, Fig. 8 eine schematische Prinzipskizze eines Zerstäubungssiebes mit zwei ringförmigen Auswölbungen, Fig. 9 ein viertes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Zerstäubungssieb und einem Strahlteiler, Fig. 10 ein Zerstäubungssieb mit integrierten Strahlteiler, Fig. 11 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Zerstäubungssieb mit stromaufwärtiger Gaszufuhr über einen Ringspalt, Fig. 12 ein sechstes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Zerstäubungssieb mit stromaufwärtiger Gaszufuhr über Zuführkanäle, Fig. 13 ein siebtes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Zerstäubungssieb mit stromabwärtiger Gaszufuhr über Zuführkanäle, Fig. 14 eine erste schematische Prinzipskizze der Anordnung der Zuführkanäle, Fig. 15 eine zweite schematische Prinzipskizze der Anordnung der Zuführkanäle, Fig. 16 eine dritte schematische Prinzipskizze der Anordnung der Zuführkanäle, Fig. 17 ein achttes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit zwei Zerstäubungssieben und zwischengeschalteter Gaszufuhr, Fig. 18 ein Zerstäubungssieb mit quadratischen Maschen, Fig. 19 ein Zerstäubungssieb mit mehrlagigem Gewebemuster, Fig. 20 ein Zerstäubungssieb mit zur Mitte hin verdichtetem Gewebe, Fig. 21 ein Zerstäubungssieb mit zur Siebaußenzone hin verdichtetem Gewebe, Fig. 22 ein Zerstäubungssieb in der Form eines Lochkörpers, Fig. 23 ein Zerstäubungssieb mit eng gespannten Drähten in einer Richtung, Fig. 24 ein erstes Beispiel eines am Brennstoffeinspritzventil angebrachten Abstandskörpers mit Zerstäubungssieb, Fig. 25 eine vergrößerte Ansicht des Zerstäubungssiebs aus Fig. 24, Fig. 26 und 27 positiv und negativ konisch verlaufende Zerstäubungssiebe, Fig. 28 ein zweites Beispiel eines Abstandskörpers, Fig. 29 ein drittes Beispiel eines Abstandskörpers, Fig. 30 einen Schnitt entlang der Linie XXX-XXX in Fig. 29, Fig. 31 ein viertes Beispiel eines Abstandskörpers, Fig. 32 einen Schnitt entlang der Linie XXXII-XXXII in Fig. 31, Fig. 33 ein fünftes Beispiel eines Abstandskörpers, Fig. 34 einen Schnitt entlang der Linie XXXIV-XXXIV in Fig. 33, Fig. 35 ein sechstes Beispiel eines Abstandskörpers, Fig. 36 ein siebtes Beispiel eines Abstandskörpers, Fig. 37 ein achttes Beispiel eines Abstandskörpers mit Venturidüse, Fig. 38 ein neuntes Beispiel eines Abstandskörpers, Fig. 39 ein nur wenig gewölbtes Zerstäubungssieb, Fig. 40 ein zweiteiliges Zerstäubungssieb, Fig. 41 ein Zerstäubungssieb mit partieller Änderung der Maschenweite, Fig. 42 ein zehntes Beispiel eines Abstandskörpers mit zwei Zerstäubungssieben, Fig. 43 ein elftes Beispiel eines Abstandskörpers

und Fig. 44 ein zwölftes Beispiel eines Abstandskörpers mit Venturidüse.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Fig. 1 ist als ein erstes Ausführungsbeispiel ein Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen mit einem erfindungsgemäßen Zerstäubungssieb teilweise dargestellt. Das Einspritzventil hat einen rohrförmigen Ventilsitzträger 1, in dem konzentrisch zu einer Ventillängsachse 2 eine Längsöffnung 3 ausgebildet ist. In der Längsöffnung 3 ist eine z. B. rohrförmige Ventilnadel 5 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende 6 mit einem z. B. kugelförmigen Ventilschließkörper 7, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 8 vorgesehen sind, verbunden ist.

Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise beispielsweise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 5 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer nicht dargestellten Rückstellfeder bzw. Schließen des Einspritzventils dient ein angelegter elektromagnetischer Kreis mit einer Magnetspule 10, einem Anker 11 und einem Kern 12. Der Anker 11 ist mit der Ventilnadel 5 verbunden und auf den Kern 12 ausgerichtet. Die Magnetspule 10 umgibt den Kern 12, der das Ende eines nicht näher gezeigten Einlaßstutzens, der der Zufuhr von Brennstoff dient, darstellt.

Zur Führung des Ventilschließkörpers 7 während der Axialbewegung dient eine Führungsöffnung 15 eines Ventilsitzkörpers 16. In das stromabwärts liegende, dem Kern 11 abgewandte Ende des Ventilsitzträgers 1 ist in der konzentrisch zur Ventillängsachse 2 verlaufenden Längsöffnung 3 der zylinderförmige Ventilsitzkörper 16 durch Schweißen dicht montiert. An seiner einen, dem Ventilschließkörper 7 abgewandten unteren Stirnseite 17 ist der Ventilsitzkörper 16 mit einer z. B. topfförmig ausgebildeten Spritzlochscheibe 21 beispielsweise durch eine mittels eines Lasers ausgebildete erste Schweißnaht 22 konzentrisch und fest verbunden, so daß die Spritzlochscheibe 21 mit ihrer oberen Stirnseite 19 an der unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 anliegt. Im zentralen Bereich 24 der Spritzlochscheibe 21 befinden sich wenigstens eine, beispielsweise vier durch Erodieren oder Stanzen ausgeformte Abspritzöffnungen 25.

Ein umlaufender Halterand 26 der Spritzlochscheibe 21, der sich in axialer Richtung dem Ventilsitzkörper 16 abgewandt erstreckt, ist bis zu seinem Ende hin konisch nach außen gebogen. Damit liegt nur zwischen der Längsöffnung 3 und dem leicht konisch nach außen gebogenen Halterand 26 der Spritzlochscheibe 21 eine radiale Pressung vor. An seinem Ende ist der Halterand 26 der Spritzlochscheibe 21 mit der Wandung der Längsöffnung 3 beispielsweise durch eine umlaufende und dichte, z. B. mittels eines Lasers ausgebildete zweite Schweißnaht 30 verbunden.

Die Einschubtiefe des aus Ventilsitzkörper 16 und topfförmiger Spritzlochscheibe 21 bestehenden Ventilsitzteils in die Längsöffnung 3 bestimmt die Voreinstellung des Hubs der Ventilnadel 5, da die eine Endstellung der Ventilnadel 5 bei nicht erregter Magnetspule 10 durch die Anlage des Ventilschließkörpers 7 an einer Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 16 festgelegt ist. Die andere Endstellung der Ventilnadel 5 wird bei erregter Magnetspule 10 beispielsweise durch die An-

ge des Ankers 11 an dem Kern 12 festgelegt. Der Weg zwischen diesen beiden Endstellungen der Ventilnadel 5 stellt somit den Hub dar.

Der kugelförmige Ventilschließkörper 7 wirkt mit der sich in Strömungsrichtung kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 16 zusammen, die in axialer Richtung zwischen der Führungsöffnung 15 und der unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 ausgebildet ist. Von einem in radialer Richtung durch die Längsöffnung 3 des Ventilsitzträgers 1 begrenzten Ventillinnenraum 35 tritt der Brennstoff in den Ventilsitzkörper 16 ein und strömt in der Führungsöffnung 15 entlang bis zur Ventilsitzfläche 29. Damit die Strömung des Brennstoffs auch die Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 erreicht, sind am Umfang des kugelförmigen Ventilschließkörpers beispielsweise fünf Abflachungen 8 eingebracht. Die fünf kreisförmigen Abflachungen 8 ermöglichen das Durchströmen des Brennstoffs im geöffneten Zustand des Einspritzventils vom Ventillinnenraum 35 bis zu den Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21.

Am Umfang des Ventilsitzträgers 1 ist an seinem stromabwärtigen, der Magnetspule 10 abgewandten Ende eine Schutzkappe 40 angeordnet und mittels beispielsweise einer Rastverbindung mit dem Ventilsitzträger 1 verbunden. Ein Dichtring 41 dient zur Abdichtung zwischen dem Umfang des Einspritzventils und einer nicht dargestellten Ventilaufnahme, beispielsweise der Ansaugleitung der Brennkraftmaschine.

Stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 ist ein erfindungsgemäßes Zerstäubungssieb 50a angeordnet, das beispielsweise schalenförmig ausgewölbt ist, wobei eine Auswölbung 51 in Strömungsrichtung des Brennstoffs gesehen konkav vorgesehen ist. Das vorzugsweise aus einem rostfreien Metall hergestellte Zerstäubungssieb 50a wird in Umfangsrichtung von einem umlaufenden Klemmring 52 begrenzt, in dem das metallische Gewebe des Zerstäubungssiebs 50a eingeklemmt, eingespannt oder umgossen ist.

Der Klemmring 52 ermöglicht eine sehr einfache Montage des Zerstäubungssiebs 50a, da die gesamte Siebanordnung aus Zerstäubungssieb 50a und Klemmring 52 in einem Verfahrensschritt zwischen dem Ventilsitzträger 1 und der Schutzkappe 40 eingespannt werden kann. Dazu kann entweder das Zerstäubungssieb 50a mit dem Klemmring 52 mit einem Werkzeug gegen das stromabwärtige Ende des Ventilsitzträgers 1 gedrückt und die Schutzkappe 40 über den Klemmring 52 hinweg auf den Ventilsitzträger 1 geschoben werden bis die Rastverbindung zwischen Schutzkappe 40 und Ventilsitzträger 1 hergestellt ist oder das Zerstäubungssieb 50a mit dem Klemmring 52 direkt in eine Innennut 53 der Schutzkappe 40 eingelegt und zusammen mit der Schutzkappe 40 am Ventilsitzträger 1 befestigt werden, wobei bei Erreichen der Rastverbindung zwischen Schutzkappe 40 und Ventilsitzträger 1 der Klemmring 52 vollständig zwischen dem stromabwärtigen Ende des Ventilsitzträgers 1 und der Schutzkappe 40 eingespannt ist.

Die aus der mindestens einen Abspritzöffnung 25 der Spritzlochscheibe 21, beispielsweise aus vier Abspritzöffnungen 25, austretenden Brennstoffstrahlen kollidieren stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 an einer inneren Sieboberfläche 55 des ausgewölbten Zerstäubungssiebs 50a. Das Kollidieren bzw. Aufprallen des Brennstoffs am Zerstäubungssieb 50a stellt eine besonders wirksame Aufbereitungsart dar, bei der eine Zerstäubung in besonders kleine Tröpfchen erfolgt. Das

Aufprallen des Brennstoffs auf der inneren Sieboberfläche 55 hat zur Folge, daß der Brennstoff extrem abgebremst und in jeweils naheliegende Maschen des Zerstäubungssiebs 50a umgelenkt wird. Allein schon die Kollision am Zerstäubungssieb 50a sorgt für ein Zerreißen bzw. für eine Zerstückelung des Brennstoffs. Zwangsläufig findet im Bereich des Zerstäubungssiebs 50a eine Energieumwandlung der im strahlförmig aus den Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 austretenden Brennstoff gespeicherten kinetischen Energie statt, in dem nun fein zerrissen Schwingungen und Turbulenzen aufgrund der Kollision auftreten.

Ziel dieser Aufbereitungsart ist es, besonders fein zerstäubten Brennstoff in Form kleinster Tröpfchen aus dem Einspritzventil abzuspritzen, um beispielsweise sehr geringe Abgasemissionen der Brennkraftmaschine zu erreichen und den Brennstoffverbrauch zu senken. Mit dem Zerstäubungssieb 50a kann genau diese Forderung in besonders vorteilhafter Weise erfüllt werden. Durch das Zerreißen des Brennstoffs am Zerstäubungssieb 50a und das Hindurchtreten des Brennstoffs durch die feinen Maschen des Zerstäubungssiebs 50a entsteht nämlich stromabwärts des Zerstäubungssiebs 50a ein feiner Tröpfchennebel. Diese besonders kleinen, den Tröpfchennebel bildenden Brennstofftröpfchen besitzen nun eine wesentlich größere Oberfläche als die Brennstoffstrahlen vor dem Auftreffen auf dem Zerstäubungssieb 50a, die wiederum für eine gute Zerstäubung ein Indiz ist. Man kann auch davon sprechen, daß stromabwärts des Zerstäubungssiebs 50a durch die Maschenform unzählige "Strahlstacheln", bestehend aus feinsten Tröpfchen, gebildet werden. Diese soeben beschriebene Wirkungsweise zeichnet auch alle nachfolgend aufgeführten Ausführungsbeispiele aus.

In dem in der Fig. 1 gezeigten ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel des Zerstäubungssiebs 50a und dessen Anordnung am Einspritzventil ist das Zerstäubungssieb 50a in der Form einer Schale bzw. eines Napfes in Strömungsrichtung des Brennstoffs konkav ausgeformt. Diese konkave Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebs 50a sorgt dafür, daß ein Teil des Brennstoffs in Richtung eines tiefsten Bereichs 56 des ausgewölbten Zerstäubungssiebs 50a zusammenlaufen kann. Der in diesem mittleren tiefsten Bereich 56 gesammelte Brennstoff stellt jeweils für eine kurze Zeit eine vergleichsweise ruhende Flüssigkeitsmenge dar, auf die dann bei Anzug des Ankers 11 bzw. der Ventillnadel 5 und der damit verbundenen Öffnung des Einspritzventils aus den Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 ausgetretener neuer Brennstoff trifft. Während also durch die Auswölbung 51 Brennstoff im mittleren Bereich 56 des schalenförmigen Zerstäubungssiebs 50a gesammelt wird, ist das Zerstäubungssieb 50a in den zum Schalenrand bzw. zum Klemmring 52 hin gerichteten Bereichen nur durchgehend benetzt. Eine besonders hohe Zerstäubungsgüte wird somit durch die Aufbereitung unmittelbar an den Maschen des Zerstäubungssiebs 50a und durch den auf die ruhende Flüssigkeitsmenge aufprallenden Brennstoff, durch den die Aufbereitung in diesem mittleren Bereich 56 erfolgt, erzielt.

Besonders wichtig für die Qualität der Aufbereitung bzw. der Zerstäubung des Brennstoffs ist ein Mindestabstand zwischen der Spritzlochscheibe 21 und dem Zerstäubungssieb 50a in Richtung der Ventillängsachse 2. Wird dieser Mindestabstand unterschritten, so kann es passieren, daß das zwischen der Spritzlochscheibe 21 und dem Zerstäubungssieb 50a gebildete Volumen mit einer zu großen Menge an Brennstoff ausgefüllt wird

und eine Zerstäubung nicht mehr oder nur in schlechtem Maße zustandekommt. Im ersten Ausführungsbeispiel ist das Zerstäubungssieb 50a deshalb so angeordnet, daß es erst stromabwärts des Ventilsitzträgers 1 zwischen Schutzkappe 40 und Ventilsitzträger 1 eingeklemmt wird. Neben dem Faktor des Mindestabstandes zwischen Spritzlochscheibe 21 und Zerstäubungssieb 50a spielt auch die Maschenweite des Zerstäubungssiebs 50a eine entscheidende Rolle, die maßgeblich die Abspritzmenge pro Zeiteinheit bestimmt. Die Maschenweite stellt letztlich die Größe eines jeden Loches des Zerstäubungssiebs 50a dar. Sinnvoll sind Maschenweiten ab ca. 0,1 mm; die besten Zerstäubungsergebnisse werden jedoch bei  $\geq 0,2$  mm Maschenweite erreicht.

Bei der Anordnung nach Fig. 1, bei der das Zerstäubungssieb 50a mit seinem Klemmring 52 zwischen Ventilsitzträger 1 und Schutzkappe 40 eingespannt ist, bildet ein Kappenende 58 der Schutzkappe 40 das stromabwärtige Ende des gesamten Einspritzventils. Das Zerstäubungssieb 50a ist also nicht so weit ausgewölbt, daß es aus dem Einspritzventil stromabwärtig herausragt. Durch mechanische Einwirkungen von außen auf das Einspritzventil kann das Zerstäubungssieb 50a folglich nicht zerstört werden. Statt dessen bildet das Zerstäubungssieb 50a selbst ein Schutzschild für die Spritzlochscheibe 21. Durch das Zerstäubungssieb 50a stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 wird nämlich das Risiko von Vereisungen, sogenanntem Plugging und Ablagerungen von Bleisulfat an der Spritzlochscheibe 21 erheblich reduziert, da hierdurch die Saugrohratmosphäre von den Abspritzöffnungen 25 ferngehalten wird. Auf diese neben der optimalen Zerstäubung erreichbaren positiven Effekte wurde bereits ausführlich eingegangen.

In den weiteren Ausführungsbeispielen der nachfolgenden Figuren sind die gegenüber dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel gleichbleibenden bzw. gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Obwohl die Zerstäubungssiebe 50 mit Buchstaben zusätzlich gekennzeichnet sind, zeichnen sich alle weiteren Zerstäubungssiebe 50 durch die bereits beim ersten Ausführungsbeispiel beschriebene Wirkungsweise aus. Die unterschiedliche Kennzeichnung soll nur auf verschiedene konstruktive Ausbildungsmöglichkeiten hinweisen.

Das in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich hauptsächlich von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel durch die Form der Schutzkappe 40 und die Befestigung des Zerstäubungssiebs 50b am Einspritzventil. Das Zerstäubungssieb 50b ist ebenfalls schalenförmig in Strömungsrichtung konkav ausgewölbt und z. B. aus einem rostfreien Metall hergestellt. Das beispielsweise metallische Gewebe, das in seinem äußeren radialen Umfangsbereich 60 tellerähnlich abgewinkelt ist, wird genau mit diesem Umfangsbereich 60 in die Schutzkappe 40 eingegossen. Beim Eingießen des Umfangsbereichs 60 des Zerstäubungssiebs 50b in die Schutzkappe 40 treten natürlich auch Kunststoffreste in die Maschen des Zerstäubungssiebs 50b unmittelbar außerhalb des Umfangsbereichs 60 ein, was mit einem ungleichmäßigen Kunststoffrand 61 im Gewebe des Zerstäubungssiebs 50b angedeutet ist.

Das Zerstäubungssieb 50b ist ähnlich wie das Zerstäubungssieb 50a mit einem Rückstehmaß in die Schutzkappe 40 eingelassen, d. h. das Kappenende 58 der Schutzkappe 40 begrenzt das Einspritzventil stromabwärtig, während der tiefste Bereich 56 des Zerstäu-



bungssiebs 50b weiter stromaufwärts liegt. Diese räumliche Anordnung bietet einen ausreichenden Schutz vor mechanischen Beschädigungen. Die Schutzkappe 40 ist als eine Schutzkrone ausgebildet. Dem Ventilschließkörper 7 abgewandt bilden nämlich beispielsweise sechs Schutzzinken 62 ähnlich einer auf den Kopf gestellten Krone das stromabwärtige Ende des Einspritzventils. Die Anzahl der Schutzzinken 62 kann variabel gestaltet werden, also z. B. mit zwei, vier oder sechs Schutzzinken 62 an der Schutzkappe 40.

Die Schutzkappe 40 in der Form einer Schutzkrone hat gegenüber einem geschlossenen, also umlaufenden Schutzring Vorteile im Tropfverhalten des Einspritzventils. Die Brennstoffverwirbelungen stromabwärts des Zerstäubungssiebs 50b sind schwächer, wodurch sich weniger Brennstoff als Wandfilm an einer Schutzkappeninnenwandung 63 ablagert. Durch die gering benetzte Schutzkappe 40 wird die Gefahr der Tropfenbildung deutlich herabgesetzt. Prinzipiell ist es natürlich aber auch möglich, das Zerstäubungssieb 50b in eine Schutzkappe 40 einzugießen, die nur einen einteiligen, umlaufenden Schutzring aufweist.

Das wiederum nach außen, in Strömungsrichtung konkav ausgewölbte Zerstäubungssieb 50b sorgt dafür, daß der Brennstoff ins Siebzentrum, also in den mittleren tiefsten Bereich 56 fließt und sich dort kurzzeitig sammelt. In diesem mittleren Bereich 56 wird der Brennstoff am besten zu feinsten Tröpfchen mit einer großen Oberfläche aufbereitet. Eine konvexe Wölbung des Zerstäubungssiebs 50 würde dazu führen, daß ein erheblicher Wandfilm von Brennstoff an der inneren Wandung 63 der Schutzkappe 40 entsteht, da der Brennstoff radial nach außen auf die Schutzkappe 40 fließen würde.

Entsprechend gewünschter Kenndaten des aufbereiteten Brennstoffs kann das Zerstäubungssieb 50b in seiner Maschenweite und in seinem Wölbungsradius variiert werden. Die Herstellungskosten der Zerstäubungssiebe 50 sind vergleichsweise gering, so daß auch verschiedene Ausführungsformen ohne großen Aufwand produzierbar sind. Zu beachten ist auch bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 2, daß ein Mindestabstand zwischen Spritzlochscheibe 21 und Zerstäubungssieb 50b eingehalten wird, wodurch ein ausreichend großes Volumen geschaffen ist, das beim Abspritzen nicht vollständig mit Brennstoff ausgefüllt werden kann. Ein Unterschreiten des Mindestabstandes würde die Qualität der Zerstäubung merklich herabsetzen.

In der Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 in der Schutzkappe 40 das Zerstäubungssieb 50c als Doppelschale eingegossen ist. Das Zerstäubungssieb 50c besitzt also in diesem Falle zwei in Strömungsrichtung des Brennstoffs konkav ausgebildete Auswölbungen 51, wobei die Auswölbungen 51 nicht unbedingt einen konstanten Radius aufweisen müssen. Wie in Fig. 3 gezeigt ist, können die schalenförmigen Auswölbungen 51 in ihren tiefsten Bereichen 56 auch eben ausgeführt sein. Die Ausführungsformen der Auswölbungen 51 des Zerstäubungssiebs 50c sind abhängig von den Werkzeugen zur Siebverformung und können entsprechend durch diese Werkzeuge beeinflusst werden.

Ausgehend von einem ebenen Siebblatt erfolgt beispielsweise der Formgebungsprozeß des Zerstäubungssiebs 50, sowohl zur Erzielung einer einzelnen Auswölbung 51, wie bei den Zerstäubungssieben 50a und 50b, als auch bei mehreren gewünschten Auswölbungen 51, wie bei dem Zerstäubungssieb 50c und weiteren folgenden Beispielen. Das im Ausgangszustand ebene Sieb-

blatt wird beispielsweise durch Tiefziehen bzw. Prägen mit Werkzeugstempeln so umgeformt, daß die gewünschten Auswölbungen 51 entstehen.

Ausschlaggebend für die Wahl einer bestimmten Tiefziehvariante ist das Umformvermögen des Siebgewebes bzw. die Kompliziertheit und gewünschte Qualität der auszubildenden Auswölbungen 51 des Zerstäubungssiebs 50.

Die beiden Auswölbungen 51 des Zerstäubungssiebs 50c sind derart ausgeformt, daß bei einer Spritzlochscheibe 21 mit vier Abspritzöffnungen 25 jeweils der Brennstoff zweier Abspritzöffnungen 25 in eine Auswölbung 51 der Doppelschale des Zerstäubungssiebs 50c trifft. Der Brennstoff wird also in zwei Strahlhälften am Zerstäubungssieb 50c zerstäubt und aufbereitet. Die Auswölbungen 51 können beispielsweise mit jeweils einem kreisförmigen oder elliptischen ebenen tiefsten Bereich 56 oder mit einem durchgehenden Wölbungsradius ausgebildet sein.

Die Fig. 4 bis 8 zeigen schematische, nicht maßstäbliche Prinzipskizzen von Zerstäubungssieben 50 mit einer oder mehreren Siebauswölbungen und deren Zuordnung zu den einzelnen Abspritzöffnungen 25 einer Spritzlochscheibe 21 mit vier Abspritzöffnungen 25. Dabei sind die Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 als Abspritzöffnungen 25' projiziert auf die Auswölbungen 51 der Zerstäubungssiebe 50 dargestellt, um das Abspritzen des Brennstoffs auf die Zerstäubungssiebe 50 zu verdeutlichen.

Das in Fig. 4 schematisch dargestellte Zerstäubungssieb 50b entspricht dem des in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiels. Der Brennstoff aller vier Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 trifft also in eine einzige Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebs 50b, kollidiert mit dem Zerstäubungssieb 50b, läuft teilweise in Richtung des tiefsten Bereichs 56 zusammen und wird optimal zerstäubt. Das Zerstäubungssieb 50d in Fig. 5 besitzt dagegen vier Auswölbungen 51, so daß der Brennstoff einer jeden Abspritzöffnung 25 in genau eine Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebs 50d zielt. Somit ist es möglich, die abgespritzte Brennstoffmenge gezielt aufzubereiten. Zwischen den Auswölbungen 51 entstehende Siebstege 65, die die Auswölbungen 51 räumlich voneinander trennen, erstrecken sich beispielsweise axial im Bereich des Umfangsbereichs 60 des Zerstäubungssiebs 50d. In der Fig. 3 wurde bereits ein Ausführungsbeispiel mit dem Zerstäubungssieb 50c, an dem zwei Auswölbungen 51 vorgesehen sind und in die jeweils eine Strahlhälfte zielt, dargestellt und im dazugehörigen Text beschrieben. Die Fig. 6 verdeutlicht nochmals schematisch diesen Sachverhalt.

Denkbar sind auch Anordnungen, bei denen für Sonderzwecke eine asymmetrische Aufteilung der Auswölbungen 51 des Zerstäubungssiebs 50e gemäß Fig. 7 erfolgt. Entsprechend einer gewünschten asymmetrischen Strahlverteilung müssen die Tiefziehwerkzeuge ausgewählt werden, um das Zerstäubungssieb 50e exakt umzuformen. Durch den Einsatz verschieden großer Stempel beim Tiefziehen werden auch Auswölbungen 51 unterschiedlicher Größe erzielt. So ist es beispielsweise möglich, wie in Fig. 7 zu sehen ist, zwei voneinander verschiedene Auswölbungen 51 zu schaffen, wobei in einer Auswölbung 51 der aus drei Abspritzöffnungen 25 austretende Brennstoff trifft, während in die zweite Auswölbung 51 nur ein Brennstoffstrahl einer Abspritzöffnung 25 gerichtet ist. Die Tiefziehwerkzeuge können so eingesetzt werden, daß a) ein Siebstege 65 zwischen beiden Auswölbungen 51 stehenbleibt und diese also räum-



lich trennt, das b) sich beide Auswölbungen 51 berühren und somit ineinander übergehen, wenn sie in der gleichen axialen Tiefe liegen, daß c) sich beide Auswölbungen 51 an einer Stelle berühren, aber in axialer Richtung nicht die gleiche Erstreckung besitzen oder daß d) sich beide Auswölbungen 51 teilweise überschneiden.

In der Fig. 8 ist schematisch das Zerstäubungssieb 50f gezeigt, daß sich durch eine kreisförmige und eine ringförmige Auswölbung 51 auszeichnet. Radial von außen gesehen wird das Zerstäubungssieb 50f ebenfalls von dem Umfangsbereich 60 begrenzt, der letztlich in der Schutzkappe 40 eingegossen ist. Nach innen folgend schließt sich an den Umfangsbereich 60 die umlaufende ringförmige Auswölbung 51 an, die mit entsprechenden ringförmigen Tiefziehwerkzeugen leicht herzustellen ist. Zum mittleren Bereich des Zerstäubungssiebs 50f hin folgt der ringförmigen Auswölbung 51 der ebenfalls ringförmige Siebsteg 65, der damit auch die innere kreisförmige Auswölbung 51 nach außen hin begrenzt. Die kreisförmige Auswölbung 51 und die ringförmige Auswölbung 51 können in radialer Richtung unterschiedliche Breiten aufweisen. In axialer Richtung des eingebauten Zerstäubungssiebs 50f gesehen, besitzen beide Auswölbungen 51 beispielsweise in gleicher Höhe ihren tiefsten Bereich 56, während sich der Siebsteg 65 beispielsweise bis genau in die Höhe des Umfangsbereichs 60 erstreckt. Mit dieser Anordnung lassen sich verschiedene Strahlbilder gezielt steuern. Eine Variante dieser Ausbildung ist derart, daß der Siebsteg 65, wie er gestrichelt in Fig. 8 dargestellt ist, im Zentrum des Zerstäubungssiebs 50f ausgebildet ist und von nur einer ringförmigen Auswölbung 51 umgeben wird, so daß sich ein Querschnitt des Zerstäubungssiebs 50f ergibt, der dem in der Fig. 3 dargestellten Zerstäubungssieb 50c entspricht. Dabei ergibt sich eine besonders günstige Brennstoffmengengleichverteilung.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel für den Einsatz des erfindungsgemäßen Zerstäubungssiebs 50 ist in der Fig. 9 dargestellt. Das Zerstäubungssieb 50 ist in der Form des Zerstäubungssiebs 50b, also mit einer einzigen in Strömungsrichtung konkav ausgebildeten Auswölbung 51 ausgestaltet. Der äußere Umfangsbereich 60 des Zerstäubungssiebs 50b ist wiederum in der Schutzkappe 40 eingegossen, und zwar in einem nach innen ragenden Kappenbereich 66, der unmittelbar stromabwärts des Ventilsitzträgers 1 an diesem anliegt. Direkt an den umlaufenden inneren Kappenbereich 66 anschließend erstrecken sich in axialer Richtung stromabwärts beispielsweise vier Schutzzinken 62 der als Schutzkrone ausgebildeten Schutzkappe 40. Die vier Schutzzinken 62 sind zum Beispiel so am Umfang der Schutzkappe 40 angeordnet, daß sie stets den gleichen Abstand zueinander haben, also jeweils um 90° voneinander entfernt liegen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit des Anbringens eines sogenannten Strahlteilers in der Form eines beispielsweise einen kreisförmigen Querschnitt aufweisenden Trennstegs 68a. Der Trennsteg 68a ist so angebracht, daß er stromabwärts des tiefsten Bereichs 56 des Zerstäubungssiebs 50b von einem Schutzzinken 62 zu dem genau gegenüberliegenden, um 180° entfernt liegenden Schutzzinken 62 quer durch die Ventillängsachse 2 verläuft und den durch die Schutzzinken 62 umschlossenen Abspritzraum symmetrisch aufteilt. Die mindestens zwei Abspritzöffnungen 25 liegen dabei auch symmetrisch zum Trennsteg 68a, so daß wenigstens ein Brennstoffstrahl rechts und wenigstens ein Brennstoffstrahl links des Trennstegs 68a gerichtet ist. Die Montage des Trennstegs 68a an den

Schutzzinken 62 erfolgt sehr einfach, zum Beispiel durch Eindringen, Eingießen oder ähnliches. Der Trennsteg 68a hat die Funktion, eine gewünschte Zweistrahligkeit des Einspritzventils zu erzeugen, aufrechtzuhalten beziehungsweise zu verstärken.

Einen Ausschnitt im Bereich des Zerstäubungssiebs 50b aus der Fig. 9 zeigt die Fig. 10, wobei sich der Strahlteiler in Form und Anordnung von dem in Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel unterscheidet. Der Strahlteiler ist nämlich stromaufwärts des Zerstäubungssiebs 50b in der Form eines Trennkegels 68b ausgebildet. Der Trennkegel 68b ist dabei im tiefsten Bereich 56 des Zerstäubungssiebs 50b angeordnet, wobei sich die Kegelspitze zur Spritzlochscheibe 21 hin erstreckt. Es ist sowohl möglich, den Strahlteiler, beispielsweise den Trennkegel 68b, nachträglich auf dem bereits hergestellten und in der Schutzkappe 40 eingegossenen Zerstäubungssieb 50b aufzusetzen als auch direkt im gleichen Prozeß des Eingießens des Zerstäubungssiebs 50b mit auszuformen. Neben dem kegelförmigen Strahlteiler 68b können auch Strahlteiler mit völlig anderen Querschnittsformen, beispielsweise als Tetraeder, stromaufwärts und/oder stromabwärts an der Sieboberfläche 55 zum Einsatz kommen. Auch die Anwendung mehrerer Kegel ist denkbar. Für moderne Brennkraftmaschinen, an die Forderungen nach variablen und asymmetrischen Strahlverläufen gestellt sind, ist es zweckmäßig, Strahlteiler, wie Trennsteg 68a und Trennkegel 68b, vorzusehen, die asymmetrisch im Einspritzventil verlaufen, also nicht symmetrisch zur Ventillängsachse 2 sind, und sogar axial geneigt verlaufen können. Diese Anordnungen richten sich beispielsweise auch nach einer gewünschten Schiefstellung des Zerstäubungssiebs 50b im Einspritzventil in bezug auf die Ventillängsachse 2.

Die Fig. 11 zeigt ein Einspritzventil zur Einspritzung eines Brennstoff-Gas-Gemisches mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zerstäubungssiebs 50. An seinem stromabwärtigen Ende wird der Ventilsitzträger 1 deshalb von einem gestuften konzentrischen Gasumfassungskörper 70 zumindest teilweise radial und axial umschlossen. Zu dem Gasumfassungskörper 70 aus einem Kunststoff gehören beispielsweise die eigentliche Gasumfassung am stromabwärtigen Ende des Ventilsitzträgers 1 als auch ein nicht dargestellter Gaseintrittskanal, der der Zufuhr des Gases in den Gasumfassungskörper 70 dient und beispielsweise einteilig mit dem Gasumfassungskörper 70 ausgebildet ist. Die Ausbildung des Gasumfassungskörpers 70 kann entsprechend den räumlichen Bedingungen einer nicht gezeigten Ventilaufnahme variiert werden. Im axialen Bereich der Erstreckung der Spritzlochscheibe 21 ist der Gasumfassungskörper 70 mit einem axial verlaufenden rohrförmigen Abschnitt 71 ausgebildet. Der axiale Abschnitt 71 umgibt das stromabwärtige Ende des Ventilsitzträgers 1 mit radialem Abstand zur Zufuhr des Gases bis zum aus den Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 austretenden Brennstoff. Der radiale Abstand des Gasumfassungskörpers 70 im Abschnitt 71 hat zur Folge, daß ein ringförmiger Gaseinlaßkanal 72 zwischen dem Ventilsitzträger 1 und dem Gasumfassungskörper 70 gebildet wird.

Der axial verlaufende Abschnitt 71 weist an seinem stromabwärtigen Ende eine radial nach außen weisende umlaufende Schulter 74 auf, die dadurch entsteht, daß der äußere Umfang des Gasumfassungskörpers 70 zur Bildung einer Ringnut 75 teilweise radial vertieft ausgebildet ist. Der in dieser Ringnut 75 angeordnete Dicht-

ring 41 dient zur Abdichtung zwischen dem Umfang des Einspritzventils mit dem Gasumfassungskörper 70 und einer nicht dargestellten Ventilaufnahme, beispielsweise der Ansaugleitung der Brennkraftmaschine oder einer sogenannten Brennstoffund/oder Gasverteilerleitung.

An einer stromabwärtigen Stirnseite 76 des Ventilsitzträgers 1 liegt ein gestuftes Einsatzteil 78 beispielsweise aus Kunststoff mit einem radial verlaufenden Abschnitt 79 an mehreren Umfangsstellen an. Um ein Einströmen des Gases in einen Zumeßquerschnitt zu gewährleisten, schließen sich an den axial verlaufenden Gaseinlaßkanal 72 zum Beispiel drei bis sechs radial verlaufende Strömungskanäle 80 an, die zwischen dem radial verlaufenden Abschnitt 79 des Einsatzteils 78 und der stromabwärtigen Stirnseite 76 des Ventilsitzträgers 1 nach der Montage des Einsatzteils 78 beziehungsweise des Gasumfassungskörpers 70 entstehen und radial vom Gas durchströmt werden. Danach strömt das Gas, wie es die Pfeile in Fig. 11 andeuten, axial stromaufwärts in einen Ringkanal 82 zwischen einem konzentrischen, sich stromaufwärts kegelstumpfförmig verjüngenden Abschnitt 83 des Einsatzteils 78 und der Wandung der Längsöffnung 3 im Ventilsitzträger 1 bis zur Umlenkung der Strömung an der Spritzlochscheibe 21 in radialer Richtung.

Der Gasumfassungskörper 70 drückt mit einem sich von der Ringnut 75 in Richtung der Ventillängsachse 2 nach innen erstreckenden Ringabschnitt 84 über eine zwischen Einsatzteil 78 und Gasumfassungskörper 70 eingelegte konzentrische und becherförmige Hülse 86, die fest mit dem Ventilsitzträger 1 verbunden ist und damit für eine Fixierung des Einsatzteils 78 mit seinem radialen Abschnitt 79 sorgt, gegen den radialen Abschnitt 79 des Einsatzteils 78, so daß das einströmende Gas nur noch über Öffnungen 87 in der Hülse 86 in die Strömungskanäle 80 eintreten kann und ein stromabwärtiges Entweichen zwischen Gasumfassungskörper 70 und Einsatzteil 78 ausgeschlossen ist. Mit Hilfe des Einsatzteils 78 und der das Einsatzteil 78 zumindest teilweise untergreifenden Hülse 86 erfolgt letztlich die Zumessung des Gases zur verbesserten Aufbereitung des aus den Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 austretenden Brennstoffs. Im Einsatzteil 78 ist mittig und konzentrisch zur Ventillängsachse 2 verlaufend eine beispielsweise konische, sich stromabwärts erweiternde Gemischabspritzöffnung 89 eingebracht.

Durch die exakte Einspannung des Einsatzteils 78 wird ein axiales Abstandsmaß zwischen der Spritzlochscheibe 21 und einer der Spritzlochscheibe 21 zugewandten oberen Stirnfläche 90 des Einsatzteils 78, das der axialen Ausdehnung eines hierdurch gebildeten Gasringspaltes 91 entspricht, fest eingestellt. Das axiale Maß der Erstreckung des Gasringspaltes 91 bildet den Zumeßquerschnitt für das aus dem Ringkanal 82 einströmende Gas, beispielsweise Aufbereitungsluft. Der Gasringspalt 91 dient zur Zufuhr des Gases zu dem durch die Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 abgegebenen Brennstoff und zur Zumessung des Gases. Das durch den Gaseinlaßkanal 72, die Öffnungen 87 der Hülse 86, die Strömungskanäle 80 und den Ringkanal 82 zugeführte Gas strömt durch den engen Gasringspalt 91 zu der Gemischabspritzöffnung 89 und trifft dort auf den durch die beispielsweise vier Abspritzöffnungen 25 abgegebenen Brennstoff. Durch die geringe axiale Erstreckung des Gasringspaltes 91 wird das zugeführte Gas stark beschleunigt und zerstäubt den Brennstoff besonders fein. Als Gas kann zum Beispiel die durch einen Bypass vor einer Drosselklappe in dem

Saugrohr der Brennkraftmaschine abgezweigte Saugluft, durch ein Zusatzgebläse geförderte Luft, aber auch rückgeführtes Abgas der Brennkraftmaschine oder eine Mischung aus Luft und Abgas verwendet werden.

Die Gemischabspritzöffnung 89 im Einsatzteil 78 hat einen solch großen Durchmesser, daß der stromaufwärts aus den Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 austretende Brennstoff, auf den zur besseren Aufbereitung das Gas senkrecht aus dem Gasringspalt 91 kommend trifft, ungehindert durch die Gemischabspritzöffnung 89 des Einsatzteils 78 austreten kann.

Das aus der Gemischabspritzöffnung 89 des Einsatzteils 78 austretende Brennstoff-Gas-Gemisch trifft unmittelbar stromabwärts auf ein Zerstäubungssieb 50g, das beispielsweise mit seinem umlaufenden Umfangsbereich 60 fest an einer unteren Seite 93 des Einsatzteils 78 mit angegossen bzw. eingegossen ist. Damit ist gewährleistet, daß der bereits durch das Gas aufbereitete Brennstoff vollständig auf das Zerstäubungssieb 50g prallt und die Aufbereitungsqualität weiter erhöht. Der Durchmesser der Gemischabspritzöffnung 89 am unteren Ende des Einsatzteils 78 ist beispielsweise genauso groß vorgesehen wie der größte Durchmesser der Auswölbung 51 des Zerstäubungssiels 50g, der sich genau in der Ebene des Umfangsbereichs 60 befindet. Das schalenförmige Zerstäubungssieb 50g ist wiederum in Strömungsrichtung konkav ausgebildet und ragt in axialer Richtung im Inneren des Gasumfassungskörpers 70 mit seinem tiefsten Bereich 56 beispielsweise bis zur Schulter 74 des Gasumfassungskörpers 70. Die das stromabwärtige Ende des Gasumfassungskörpers 70 bildende Schulter 74 liegt aber auch bei diesem Ausführungsbeispiel mit ihrem Schulterende 94, ähnlich dem Kappenende 58 der vorhergehenden Ausführungsbeispiele weiter stromabwärts als das Zerstäubungssieb 50g, so daß ein Schutz vor mechanischen Einwirkungen gewährleistet ist.

Ein nächstes Ausführungsbeispiel für eine Gasumfassung mit nachgeschaltetem Zerstäubungssieb 50h zeigt die Fig. 12, die nur als Prinzipskizze zu verstehen ist. Wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen wird der Ventilsitzträger 1 an seinem stromabwärtigen Ende von dem gestuften konzentrischen Gasumfassungskörper 70 zumindest teilweise radial und axial umschlossen. Der axiale Abschnitt 71 des Gasumfassungskörpers 70 umgibt das stromabwärtige Ende des Ventilsitzträgers 1 mit radialem Abstand zur Zufuhr des Gases, so daß der ringförmige Gaseinlaßkanal 72 entsteht. Stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 ist im Inneren des Ventilsitzträgers 1 zumindest teilweise ein gestuftes Einsatzteil 78' angeordnet, das beispielsweise in der Längsöffnung 3 an der inneren Wandung des Ventilsitzträgers 1 eingeklemmt oder angeschweißt ist. Um ein Einströmen des Gases bis zum aus der Spritzlochscheibe 21 austretenden Brennstoff zu gewährleisten, schließt sich an den axial verlaufenden Gaseinlaßkanal 72 ein ringförmiger, radial verlaufender Strömungskanal 80 an, der zwischen dem unteren radial verlaufenden Abschnitt 79 des Einsatzteils 78' und der stromabwärtigen Stirnseite 76 des Ventilsitzträgers 1 nach der Montage des Einsatzteils 78' beziehungsweise des Gasumfassungskörpers 70 entsteht und radial vom Gas durchströmt wird. Danach strömt das Gas, wie es die Pfeile in Fig. 12 zeigen, axial stromaufwärts in beispielsweise vier Zwischenkanäle 82' zwischen einem konzentrischen axialen Einsatzabschnitt 95 des Einsatzteils 78' und der Wandung der Längsöffnung 3 im Ventilsitzträger 1 bis zu einem ringförmigen Raum 96, der zwischen

der Spritzlochscheibe 21, dem sich stromaufwärts kegelförmig verjüngenden Abschnitt 83 des Einsatzteils 78' und dem axialen Einsatzabschnitt 95 gebildet wird. Außerhalb der vier Zwischenkanäle 82' liegt das Einsatzteil 78' mit seinem axialen Einsatzabschnitt 95 an der Wandung der Längsöffnung 3 beispielsweise mittels Klemmung an.

Der Gasumfassungskörper 70 drückt mit dem Ringabschnitt 84 gegen das Einsatzteil 78', das wiederum mit seiner der Spritzlochscheibe 21 zugewandten oberen Stirnseite gegen die Spritzlochscheibe 21 drückt, so daß das Einsatzteil 78' neben der Lagesicherung an der Wandung der Längsöffnung 3 eine zusätzliche Fixierung hat. Somit ist auch gewährleistet, daß das aus dem Gaseinlaßkanal 72 kommende Gas nur über den Strömungskanal 80 in den Raum 96 eintritt. Im sich kegelförmig verjüngenden Abschnitt 83 des Einsatzteils 78' sind beispielsweise vier schräg radial verlaufende Zuführkanäle 98 für das Gas im gleichen Abstand zueinander, also nach jeweils 90°, angeordnet. Diese Zuführkanäle 98 stellen eine Verbindung des ringförmigen Raumes 96 mit der mittig und konzentrisch zur Ventillängsachse 2 im Einsatzteil 78' verlaufenden, konisch ausgebildeten, sich stromabwärts erweiternden Gemischabspritzöffnung 89 dar. In axialer Erstreckung des radialen Abschnittes 79 des Einsatzteils 78' ist mit geringerem Außendurchmesser ein Einsatzteil 78'' in einer am stromabwärtigen Ende des Einsatzteils 78' vorgesehenen Ausnehmung 99 beispielsweise durch Einrasten oder Klemmen eingebracht. In der Ausnehmung 99 kann nun zwischen Einsatzteil 78' und Einsatzteil 78'' das Zerstäubungssieb 50h eingespannt werden.

Das Einsatzteil 78'' besitzt ebenfalls mittig und konzentrisch zur Ventillängsachse 2 eine die Konizität der Gemischabspritzöffnung 89 fortsetzende Öffnung 100, in der sich das Zerstäubungssieb 50h mit seiner Auswölbung 51 befindet. Zwischen den beiden Einsatzteilen 78' und 78'' ist folglich nur der Umfangsbereich 60 des Zerstäubungssiebs 50h eingespannt.

Die Zuführkanäle 98 dienen zur Zufuhr des Gases zu dem durch die wenigstens eine, beispielsweise vier Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 abgegebenen Brennstoff und zur Zumessung des Gases. Das zugeführte Gas wird in den Zuführkanälen 98 beschleunigt und trifft auf den Brennstoff in der Gemischabspritzöffnung 89. Die Zuführkanäle 98 sind genau so ausgerichtet, daß ihre gedachten Verlängerungen in das Zentrum des Zerstäubungssiebs 50h, also in den tiefsten Bereich 56 treffen. Auf den sich im tiefsten Bereich 56 sammelnden Brennstoff prallt somit der aus den Abspritzöffnungen 25 austretende Brennstoff, und außerdem strömt das Gas genau in diesen Prallbereich. Der Brennstoff wird folglich besonders fein zerstäubt. Die aus den Abspritzöffnungen 25 austretenden Brennstoffstrahlen können sowohl direkt in das Zentrum des Zerstäubungssiebs 50h als auch als parallele Brennstoffstrahlen auf Bereiche außerhalb des tiefsten Bereichs 56 oder auch als divergierende Brennstoffstrahlen auf Randbereiche der Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebs 50h gerichtet sein. Das zugeführte Gas muß dabei nicht zwingend zum Zentrum des Zerstäubungssiebs 50h hin strömen, sondern kann auch zu anderen Bereichen der Auswölbung 51, beispielsweise zu den Prallbereichen des Brennstoffs am Zerstäubungssieb 50h, hin gerichtet sein. Das Zerstäubungssieb 50h ist beispielsweise mit seiner Auswölbung 51 so ausgeformt, daß es stromabwärts nicht aus den Einsatzteilen 78' und 78'' herausragt. Die Bauweise mit zwei Einsatzteilen 78' und 78'' hat den

Vorteil, daß in sehr kurzer Zeit ein Austausch der Zerstäubungssiebs 50, die sich zum Beispiel in der Form der Auswölbung oder der Maschenweite unterscheiden, vorgenommen werden kann.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel, das in der Fig. 13 dargestellt ist, zeichnet sich durch eine dem Zerstäubungssieb 50i nachgeschaltete Gaszuführung aus. Ähnlich dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist auch hier die Schutzkappe 40 vorgesehen, die das stromabwärtige Ende des Einspritzventils bildet. Die Befestigung der Schutzkappe 40 erfolgt beispielsweise ebenfalls über eine Rastverbindung am Ventilsitzträger 1, die dann wirksam ist, wenn die Schutzkappe 40 mit ihrem umlaufenden inneren Kappenbereich 66, in dem auch das Zerstäubungssieb 50i mit seinem Umfangsbereich 60 eingegossen ist, an der stromabwärtigen Stirnseite 76 des Ventilsitzträgers 1 anliegt. Das in der Schutzkappe 40 eingegossene Zerstäubungssieb 50i ist ebenfalls schalenförmig in Strömungsrichtung konkav ausgewölbt und zum Beispiel aus einem rostfreien Metall hergestellt.

Das Zerstäubungssieb 50i ist mit einem Rückstehmaß in die Schutzkappe 40 eingelassen, d. h. das Kappenende 58 der Schutzkappe 40 begrenzt das Einspritzventil stromabwärtig, während der tiefste Bereich 56 des Zerstäubungssiebs 50i weiter stromaufwärts liegt. Die Schutzkappe 40 ist ebenfalls in der Form einer Schutzkrone ausgebildet, die beispielsweise vier sich axial erstreckende Schutzzinken 62 aufweist. Bei einer symmetrischen Anordnung der Schutzzinken 62 befinden diese sich jeweils um 90° entfernt voneinander. Die Schutzkrone bietet wiederum den Vorteil eines verbesserten Tropfverhaltens des Einspritzventils.

Die Schutzkappe 40 im in der Fig. 13 dargestellten Ausführungsbeispiel bildet nun nicht mehr eine radiale Wandung der Ringnut 75 zur Aufnahme des Dichtrings 41, sondern begrenzt teilweise den ringförmigen Gaseinlaßkanal 72 zur Zufuhr des Gases. An seinem stromabwärtigen Ende werden der Ventilsitzträger 1 und die Schutzkappe 40 nämlich zumindest teilweise von dem gestuften konzentrischen Gasumfassungskörper 70 radial und axial umschlossen. Im axialen Bereich der Erstreckung der Spritzlochscheibe 21 ist der Gasumfassungskörper 70 mit dem axial verlaufenden rohrförmigen Abschnitt 71 ausgebildet. Der axiale Abschnitt 71 umgibt ein ringförmiges Kappenende 102, mit dem die Rastung am Ventilsitzträger 1 erfolgt und das den Schutzzinken 62 in axialer Richtung genau gegenüber liegt, mit radialem Abstand zur Zufuhr des Gases zum am Zerstäubungssieb 50i zerstäubten Brennstoff. Der radiale Abstand des Gasumfassungskörpers 70 im Abschnitt 71 zur Schutzkappe 40 hat zur Folge, daß der ringförmige Gaseinlaßkanal 72 gebildet wird.

Der axial verlaufende Abschnitt 71 weist an seinem stromabwärtigen Ende die radial nach außen weisende Schulter 74 auf, die dadurch entsteht, daß der äußere Umfang des Gasumfassungskörpers 70 zur Bildung der Ringnut 75 für den Dichtring 41 teilweise radial vertieft ausgebildet ist, und zwar in axialer Erstreckung genau dort, wo sich innerhalb des Gasumfassungskörpers 70 der Gaseinlaßkanal 72 erstreckt. Der Gasumfassungskörper 70 und die Schutzkappe 40 sind fest und dicht miteinander beispielsweise mittels Schweißen oder Kleben im Bereich der Schulter 74 verbunden. Damit ist gewährleistet, daß kein Gas zwischen dem Gasumfassungskörper 70 und der Schutzkappe 40 in Richtung der Ansaugleitung der Brennkraftmaschine austritt.

Zwischen dem Kappenende 102 bzw. dem Kappen-

bereich 66 mit dem eingegossenen Umfangsbereich 60 des Zerstäubungssiebs 50i und den Schutzzinken 62 der Schutzkappe 40 sind beispielsweise vier schräg radial verlaufende Zuführkanäle 98' für das Gas vorgesehen, die am stromabwärtigen Ende des Gaseinlaßkanals 72 beginnen, zum Zerstäubungssieb 50i hin gerichtet sind und an der Schutzkappeninnenwandung 63 auf der der Spritzlochscheibe 21 abgewandten Seite des Zerstäubungssiebs 50i enden. Die zum Beispiel im Abstand von 90° zueinander ausgebildeten Zuführkanäle 98' sind so ausgerichtet, daß ihre gedachten Verlängerungen, vorzugsweise die der Mittellinien der Zuführkanäle 98', ungefähr in das Zentrum des Zerstäubungssiebs 50i, also in den tiefsten Bereich 56 des Zerstäubungssiebs 50i treffen. Eine andere Möglichkeit der Ausrichtung der Zuführkanäle 98' besteht darin, daß die gedachten Verlängerungen genau an den Stellen auf das Zerstäubungssieb 50i treffen, an denen die aus den Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 kommenden Brennstoffeinstrahlen auf die innere Sieboberfläche 55 der Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebs 50i auftreffen, was zum Beispiel einer tangentialen Berührung gleichkommt. Das durch den Gaseinlaßkanal 72 strömende Gas wird in den Zuführkanälen 98' beschleunigt und trifft dann zumindest teilweise auf die äußere Sieboberfläche des ausgewölbten Zerstäubungssiebs 50i. Das Gas wird beim Aufprall auf das Zerstäubungssieb 50i verwirbelt, tritt einerseits teilweise zur inneren Sieboberfläche 55 durch und strömt andererseits außerhalb des Zerstäubungssiebs 50i in Richtung zum tiefsten Bereich 56 des Zerstäubungssiebs 50i. Die Zuführkanäle 98' können auch so ausgerichtet sein, daß das Gas erst stromabwärts des Zerstäubungssiebs 50i auf den aus dem Zerstäubungssieb 50i austretenden Brennstoffnebel trifft.

Mit dieser dem Zerstäubungssieb 50i nachgeschalteten Gaszuführung wird eine weitere Verbesserung der Brennstoffzerstäubung erreicht. Außerdem ist diese Variante besonders kostengünstig, da die Zuführkanäle 98' sehr einfach in der Schutzkappe 40 eingebracht werden können und auf einen Gasringspalt völlig verzichtet wird. Gewünschte Brennstoffstrahlwinkel bleiben trotz Gasumfassung weitgehend erhalten, da der Brennstoff nicht voll über seinen Umfang durch das aus den Zuführkanälen 98' austretende Gas umfaßt wird.

Die Fig. 14, 15 und 16 sind nur schematische Prinzipskizzen, die mögliche Varianten des Verlaufs der in der Fig. 13 gezeigten Zuführkanäle 98' für das Gas relativ zu den projizierten Abspritzöffnungen 25' der Spritzlochscheibe 21 zeigen. Im in der Fig. 14 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Zuführkanäle 98' als zwei Kanalpaare ausgebildet, die sich in ihrer Querschnittsgröße unterscheiden, wodurch eine Gaszufuhr mit unterschiedlicher Intensität erreicht wird, die wiederum eine gezielte Strahlbildsteuerung des Brennstoffs ermöglicht. Jedes Kanalpaar wird dabei durch zwei genau um 180° gegenüberliegende Zuführkanäle 98' gebildet, wobei alle Zuführkanäle 98' zwischen jeweils zwei projizierten Abspritzöffnungen 25' verlaufen. Die Kanalpaare können sich nicht nur in ihrer Querschnittsgröße voneinander unterscheiden, sondern auch in ihren Querschnittsformen, die zum Beispiel kreisförmig, viereckig oder oval sein können. Die Pfeile zeigen die Strömungsrichtungen des Gases und des Brennstoffes an. Mit Hilfe der asymmetrischen Gasmengenverteilung läßt sich bei Zweistrahlenventilen sehr gut die Zweistrahligkeit erzeugen, beibehalten bzw. verstärken. Die zwei Kanalpaare sind durchaus auch durch in Umfangsrichtung asymme-

trisch in der Schutzkappe 40 eingebrachte Zuführkanäle 98' ersetzbar, die auch in ihrer Neigung zur Ventillängsachse 2 variabel gestaltet sein können. In der Fig. 15 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem die Zuführkanäle 98' so ausgerichtet sind, daß sie mit gedachten Verlängerungen auf die projizierten Abspritzöffnungen 25' bzw. auf die Kollisionspunkte des Brennstoffs am Zerstäubungssieb 50i treffen.

Ein beispielsweise durch die Neigung der Abspritzöffnungen 25 der Spritzlochscheibe 21 entstandener kegelförmiger Brennstoffstrahl kann durch die Zuführkanäle 98' für das Gas in zwei Brennstoffstrahlen aufgerissen werden, so daß der unmittelbar am Zerstäubungssieb 50 existierende einzelne Brennstoffstrahl in zwei Brennstoffstrahlen in vorteilhafter Weise aufgeteilt wird, wobei beispielsweise jeder Brennstoffstrahl die halbe Brennstoffmenge des ursprünglich einzelnen Brennstoffstrahls darstellt. Die Pfeile an den projizierten Abspritzöffnungen 25' verdeutlichen, daß der Brennstoff von den Zuführkanälen 98' weg aufgeteilt wird.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit erfindungsgemäßer Zerstäubungssiebanordnung ist in der Fig. 17 dargestellt. Für eine weitere Verbesserung der Zerstäubungsgüte bzw. eine optimale Strahlbildsteuerung sind nämlich mehrere Zerstäubungssiebe, hier die Zerstäubungssiebe 50i und 50j hintereinander geschaltet. Die Zerstäubungssiebe 50i und 50j können beispielsweise mit einem konstanten Abstand zueinander, also weitgehend parallel ausgebildet sein. Das Eingießen der Umfangsbereiche 60 in der Schutzkappe 40 erfolgt beispielsweise in einem Verfahrensschritt. Anstelle des Eingießens der Umfangsbereiche 60 der einzelnen Zerstäubungssiebe 50i, 50j können die Zerstäubungssiebe 50i, 50j einzeln mit Klemmrings 52 versehen sein, wie z. B. in Fig. 1 gezeigt, und übereinander gestapelt werden oder mit Hilfe von Einsatzteilen 78, ähnlich den in Fig. 12 gezeigten Einsatzteilen 78', hintereinander in der Schutzkappe 40 eingesetzt werden. Dazu kann die Schutzkappe 40 zweckmäßigerweise mehrteilig ausgeführt sein. In allen Ausführungsbeispielen kann das Zerstäubungssieb 50 zusammen mit der Schutzkappe 40 als ein auswechselbarer Aufbereitungsvorsatz verwendet werden, der auf die verschiedensten Typen von Einspritzventilen aufgesetzt werden kann.

Dabei kann der Umfangsbereich 60 des Zerstäubungssiebs 50i stromaufwärts und der Umfangsbereich 60 des Zerstäubungssiebs 50j stromabwärts der Zuführkanäle 98' vorgesehen sein, so daß die Gaszufuhr genau zwischen die beiden Zerstäubungssiebe 50i und 50j erfolgt. Weitere nicht dargestellte Ausführungsbeispiele ergeben sich durch die Variation der Gewebeweiten, der Anzahl der Zerstäubungssiebe 50 und der Anordnung der Zuführkanäle 98' in Bezug auf die Zerstäubungssiebe 50. Die Zuführkanäle 98' können durchaus so ausgeführt sein, daß das Gas stromabwärts des letzten Zerstäubungssiebs 50 und/oder stromaufwärts des ersten Zerstäubungssiebs 50 und/oder zwischen beiden einströmt.

Die Fig. 18 und 19 verdeutlichen beispielhaft mögliche Flechtarten der Zerstäubungssiebe 50. Dabei besitzt das in der Fig. 18 schematisch dargestellte Zerstäubungssieb 50 quadratische Maschen, während bei dem Zerstäubungssieb 50 in der Fig. 19 zwei- oder mehrlagige, gegeneinander verschränkte Gewebemuster vorgehen sind. Aus den Fig. 20 und 21 wird deutlich, daß die Maschenweite variabel gestaltet sein kann. So ist zur

flächenmäßigen Anpassung der Zerstäubungsgüte das Gewebe des Siebblattes des Zerstäubungssiebs 50 in Fig. 20 zur Mitte hin verdichtet, währenddessen in Fig. 21 das Gewebe des Zerstäubungssiebs 50 zur Sieb-  
 5 außenzone hin dichter wird. Allerdings muß beachtet werden, daß eine Maschenweite von 0,1 mm nicht unterschritten wird, da sich ansonsten zu viel Brennstoff in der wenigstens einen Auswölbung 51 des Zerstäubungs-  
 10 siebs 50 sammelt, wodurch wiederum eine Verschlechterung der Zerstäubungsgüte eintritt. Die besten Zerstäubungsergebnisse werden bei  $\geq 0,2$  mm Maschenweite erreicht.

In der Fig. 22 ist ein Zerstäubungssieb 50 in der Form eines Lochkörpers dargestellt, der über die gesamte Fläche kleine Löcher bzw. Öffnungen besitzt, die gleiche  
 15 oder auch ungleiche Querschnittsgrößen aufweisen. Das in der Fig. 23 dargestellte Zerstäubungssieb 50 besitzt nur Längsmaschen, die an ihren Rändern nur durch den Umfang des Zerstäubungssiebs 50 begrenzt sind. Diese Gestaltungsform ist durch sehr eng gespannte Drähte  
 20 z. B. aus rostfreiem Metall zu erreichen. Die Vorteile dieser Siebsonderformen liegen neben der sehr guten Zerstäubung in der Erzeugung völlig neuer Strahlbilder. Die Zerstäubungssiebe 50 können auch aus einem Halbleitermaterial gefertigt sein, z. B. als Siliziumplättchen, in die entsprechend den Fig. 18 bis 23 Maschen bzw.  
 25 Löcher geätzt werden.

Neben Variationen der Flechtarten und Maschenweiten gibt es weitere Gestaltungsmöglichkeiten der Sieb-  
 30 gewebe bzw. Siebblätter, die nicht aus den Figuren erkennbar sind. So kann beispielsweise Gewebematerial je nach den Anforderungen mit kreisförmigem, ovalem oder viereckigem Querschnitt verwendet werden. Als Gewebematerial eignen sich besonders rostfreies Metall oder auch Teflon, das hydrophob ist und damit Ver-  
 35 eisungen bei Temperaturen bis zu  $-40^{\circ}\text{C}$  verhindert, bzw. PTC-Materialien, also Materialien mit positiven Widerstands-Temperatur-Koeffizienten, deren Widerstand sich bei Erwärmung erhöht. Bimetallsiebe haben den Vorteil, daß die Geometrie des Zerstäubungssiebes,  
 40 z. B. die Auswölbungsform, bei unterschiedlichen Betriebstemperaturen in gewünschter Weise zur betriebspunktabhängigen Strahlwinkelvariation verändert werden kann.

In den Figuren nicht dargestellt sind Zerstäubungssiebe, die nicht rechtwinklig zur Ventillängsachse 2 im Einspritzventil eingebaut sind, also eine Schiefstellung auf-  
 45 weisen, um asymmetrische Strahlbilder zu erzeugen bzw. optimal in gekrümmte Ansaugrohre von Brennkraftmaschinen einspritzen zu können. Um eine optimale Zerstäubungsgüte des Brennstoffs zu erreichen, besitzen die Zerstäubungssiebe 50 in Strömungsrichtung des Brennstoffs gesehen wenigstens eine konkave Auswölbung 51. Doch gerade in Hinblick auf die Verhinderung  
 50 von Vereisungen, von sogenanntem Plugging und von Bleisulfatablagerungen an der Spritzlochscheibe 21 und an anderen Bauteilen im Inneren des Einspritzventils kann es zweckmäßig sein, weitgehend ebene, pyramidenförmige oder auch in Strömungsrichtung gesehen konvex ausgewölbte Zerstäubungssiebe zu verwenden.

In der Fig. 24 und in den nachfolgenden Figuren sind als weitere Ausführungsbeispiele Ventile in der Form von Einspritzventilen für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen mit erfindungsgemäßen Zerstäubungs-  
 60 sieben 50 zumindest teilweise dargestellt, die sich zwar in der Ausbildungsform, besonders in den Bereichen der Ventilnadel 5, des Ventilschließkörpers 7 und des Ventil-

sitzkörpers 16 von den zuvor erläuterten und besonders in den Fig. 1 bis 17 gezeigten Einspritzventilen unterscheiden, die jedoch in keiner Weise auf eine ausschließliche Anwendung der verschiedenen erfindungsgemä-  
 5 ßen Zerstäubungssiebe 50 bei den jeweils gezeigten Ventiltypen einen Hinweis geben. Sämtliche erwähnten und gezeigten Ausführungen der Zerstäubungssiebe 50 sind also an den verschiedensten Einspritzventilen einsetzbar bzw. anbaubar. Das in der Fig. 24 teilweise gezeigte Einspritzventil ist an sich bereits bekannt und soll  
 10 deshalb nicht näher erläutert werden.

Alle der Fig. 23 nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiele zeichnen sich besonders dadurch aus, daß eine deutliche räumliche Trennung von Zumessung und Aufbereitung des Brennstoffs vorgesehen ist, die konstruktiv mit einem als Zerstäubervorsatz 105 be-  
 15 zeichneten Verlängerungselement erreicht wird. Der Zerstäubervorsatz 105 besteht weitgehend aus einem hülsenförmigen, langgestreckten Abstandskörper 106 und dem in Strömungsrichtung gesehen z. B. konkav ausgewölbten Zerstäubungssieb 50 an dessen stromabwärtigem, der Spritzlochscheibe 21 mit der wenigstens  
 20 einen Abspritzöffnung 25 abgewandtem Ende. Ziel ist es, mit dem Zerstäubervorsatz 105 bei fester Einbaulage des Einspritzventils den Punkt der Brennstoffzerstäubung in die ideale Position in der Luftströmung des Saugrohrs der Brennkraftmaschine zu legen, damit eine Wandfilmbildung des Brennstoffs im Saugrohr bzw.  
 25 Krümmer zu reduzieren bzw. zu verhindern, wodurch als Konsequenz eine deutliche Verringerung der Abgasemission, besonders des Anteils an HC, erreicht wird.

Als Teil eines Ventilgehäuses weist das Einspritzventil einen sich am stromabwärtigen Ende erstreckenden Düsenkörper 108 auf, wobei das stromabwärtige Ende  
 30 des Düsenkörpers 108 den Ventilsitzkörper 16 darstellt. In dem Düsenkörper 108 ist die gestufte Führungsöffnung 15 ausgebildet, die konzentrisch zu der Ventillängsachse 2 verläuft und in der die Ventillnadel 5 zusammen mit dem Ventilschließkörper 7 angeordnet ist.  
 35 Die Führungsöffnung 15 des Düsenkörpers 108 besitzt an ihrem dem Zerstäubervorsatz 105 zugewandten Ende die sich in Richtung der Brennstoffströmung kegelförmig verjüngende feste Ventilsitzfläche 29, die mit dem sich ebenfalls kegelförmig verjüngenden  
 40 Ventilschließkörper 7 zusammen ein Sitzventil bildet. An der dem Zerstäubervorsatz 105 zugewandten unteren Stirnseite 17 des Düsenkörpers 108 liegt die Spritzlochscheibe 21 an, die beispielsweise durch eine mittels Laserschweißen hergestellte Schweißnaht fest mit dem  
 45 Düsenkörper 108 verbunden ist. Die Spritzlochscheibe 21 weist z. B. eine Abspritzöffnung 25 auf, durch die der bei abgehobenem Ventilschließkörper 7 an der Ventilsitzfläche 29 vorbeiströmende Brennstoff in den Zerstäubervorsatz 105 abgespritzt wird.

Der hülsenförmige Abstandskörper 106 ist beispielsweise gestuft ausgeführt, so daß er das als Ventilsitzkörper 16 bezeichnete Ende des Düsenkörpers 108 in  
 50 axialer Richtung teilweise unmittelbar umgibt und z. B. auch in geringem Maße durch eine radial verlaufende Schulter 109 an der Spritzlochscheibe 21 anliegt. Durch die den Querschnitt des Abstandskörpers 106 verringernde Schulter 109 ergibt sich ein Durchmesser des Abstandskörpers 106 stromabwärts der Spritzlochscheibe 21, der kleiner als der äußere Durchmesser des  
 55 Ventilsitzkörpers 16 ist. Von der Schulter 109 ausgehend erstreckt sich der Abstandskörper 106 in das nicht dargestellte Saugrohr hinein, also in stromabwärtiger Richtung, mit beispielsweise konstantem Durchmesser.

Am dem Zerstäubungssieb 50 abgewandten Ende des Abstandskörpers 106 ist dieser so geformt, daß er radial verläuft und dadurch eine Ringnut mitbildet, in der der zum Abdichten gegenüber dem Saugrohr dienende Dichtring 41 Aufnahme findet. Als geeignete Befestigungsmöglichkeiten des Abstandskörpers 106 am Düsenkörper 108 bieten sich z. B. lösbare Rast-, Schnapp- oder Klippverbindungen an, für die entsprechend am Düsenkörper 108 Nuten bzw. Erhöhungen vorgesehen sind.

Um eine störende Benetzung der inneren Wandung 110 des Abstandskörpers 106 zu verhindern, muß das Einspritzventil einen in radialer Ausdehnung engen Brennstoffstrahl mit möglichst kleinem Öffnungswinkel, also einen sogenannten Schnurstrahl, abspritzen. Mit einer in der Fig. 24 gezeigten Spritzlochscheibe 21 und dem in der Fig. 25 aufweisenden Ventiltyp können solche Schnurstrahlen beispielsweise erzeugt werden. Stromabwärts der Spritzlochscheibe 21, jedoch im ihr zugewandten oberen Teil des Abstandskörpers 106 sind Öffnungen 111 vorgesehen, die z. B. symmetrisch am Umfang des Abstandskörpers 106 angeordnet sind. Die durch die Öffnungen 111 eintretenden Luftstrahlen sind so gerichtet, daß sie nicht auf das Zerstäubungssieb 50 zielen. Insbesondere liegen die Öffnungen 111 näher an der Abspritzöffnung 25 als am Zerstäubungssieb 50. Die beispielsweise zwei bis acht als Langlöcher, Schlitz- oder kreisförmige Bohrungen ausgebildeten Öffnungen 111 im Abstandskörper 106 erlauben nachfolgend im Inneren des Abstandskörpers 106 eine Luftströmung parallel zum Brennstoffstrahl. Aufgrund des aus der Abspritzöffnung 25 austretenden Brennstoffstrahls wird nämlich Saugrohrluft durch die Öffnungen 111 nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe angesaugt. Dadurch wird der ansonsten im Abstandskörper 106 stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 entstehende Unterdruck und damit auch die Lufrückströmung innerhalb des Abstandskörpers 106 vom Zerstäubungssieb 50 zum Einspritzventil bzw. die Verwirbelung des Brennstoffstrahls vermieden. Eine Lufrückströmung im Abstandskörper 106 würde zu einer sehr nachteiligen Benetzung der inneren Wandung 110 mit Brennstoff führen. Das Nachtropfen von Brennstoff bei abgeschaltetem Einspritzventil kann nun durch diese Maßnahme weitgehend unterbunden werden. Das in der Fig. 24 gezeigte Ausführungsbeispiel ist besonders vorteilhaft, da der Zerstäubervorsatz 105 mit dem Abstandskörper 106 aufgrund seines einfachen Aufbaus kostengünstig herstellbar und am Einspritzventil montierbar ist und alle gewünschten Funktionen trotzdem erfüllt.

Die Fig. 25, 26 und 27 zeigen verschiedene Ausführungsbeispiele von an Abstandskörpern 106 befestigten Zerstäubungssieben 50, wobei die Fig. 25 nur eine Vergrößerung des Zerstäubungssiebbereiches aus Fig. 24 darstellt. Zweckmäßigerweise wird bei Abstandskörpern 106 aus Kunststoff das Zerstäubungssieb 50 im Herstellungsprozeß des Spritzgießens des Abstandskörpers 106 direkt mit eingespritzt. Entsprechend den verwendeten Materialien (z. B. auch Metall) für den Abstandskörper 106 und das Zerstäubungssieb 50 können auch andere Fügeverfahren, wie Schweißen, Löt- oder Kleben, zur Anwendung kommen. Wie in den Fig. 25 bis 27 gezeigt, kommt es dabei beispielsweise zu einer geringen axialen Überlappung von Abstandskörper 106 und Zerstäubungssieb 50, wobei der Abstandskörper 106 das Zerstäubungssieb 50 teilweise umgibt.

In den Fig. 26 und 27 sind Ausführungsbeispiele dar-

gestellt, bei denen der Abstandskörper 106 keinen konstanten Durchmesser aufweist, sondern positiv bzw. negativ konisch verläuft, also eine Aufweitung bzw. Verjüngung zum Zerstäubungssieb 50 hin besitzt. Diese Querschnittsveränderungen über die axiale Länge des Abstandskörpers 106 sind jederzeit möglich, wenn ein Auftreffen des Brennstoffs auf die innere Wandung 110 dabei vermieden wird. Das Zerstäubungssieb 50 kann zur Formung des abzuspritzenden Brennstoffsprays in unterschiedlichen geometrischen Ausgestaltungen mit verschieden geformten Auswölbungen 51 eingesetzt werden, von denen in den Fig. 25 bis 27 drei beispielhaft gezeigt sind. Entsprechend der Geometrie des Abstandskörpers 106 besitzt das Zerstäubungssieb 50 z. B. eine ziemlich spitz zulaufende Auswölbung 51 (Fig. 26) oder zwei Auswölbungen 51, die durch einen zentralen inneren Siebsteg 65 voneinander getrennt sind (Fig. 27). Letztgenannte Variante bietet sich besonders zum Abspritzen auf zwei Einlaßventile der Brennkraftmaschine an. Außerdem kann entsprechend dem in der Fig. 27 dargestellten Ausführungsbeispiel die Auswölbung 51 ringförmig ausgebildet sein, die den inneren Siebsteg 65 vollständig umgibt.

Wesentlich bei diesen Ausführungsbeispielen ist also die räumliche Trennung von Zumeßung und Aufbereitung. Die Zumeßung erfolgt durch die Spritzlochscheibe 21, die Aufbereitung durch das Zerstäubungssieb 50. Der Brennstoff verläßt als Schnurstrahl mit hoher Geschwindigkeit die zumeßende Spritzlochscheibe 21 und wird bei typischen Entfernungen von 5–50 mm zum Zerstäubungssieb 50 nicht wesentlich gebremst oder abgelenkt, so daß die bereits beschriebene gute Aufbereitung des Brennstoffs durch das Zerstäubungssieb 50 erhalten bleibt. Durch die in weiten Grenzen anpaßbaren Abstandskörperlängen kann bei gleichen Einspritzventiltypen für jede Brennkraftmaschine und jedes Saugrohr die ideale Aufbereitungsposition gefunden werden. Die verbrauchs- und emissionserhöhende Kaltstart- und Beschleunigungsanreicherung an Brennstoff kann bei gleicher Fahrqualität stark zurückgenommen werden, da aufgrund des Zerstäubervorsatzes 105 die Wandfilmbildung im Saugrohr stark vermindert bzw. sogar unterbunden ist.

In der Fig. 28 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Einspritzventils gezeigt, das dem in Fig. 24 dargestellten Einspritzventil vom Aufbau und technischen Prinzip her entspricht und das ebenfalls einen Zerstäubervorsatz 105 aufweist, durch den aufgrund des Abstandskörpers 106 das erfindungsgemäße Zerstäubungssieb 50 mit einem deutlichen räumlichen Abstand von der Zumeßstelle entfernt ausgebildet ist. Das gezeigte Ausführungsbeispiel stellt vereinfacht einen Versuchsaufbau dar, der hauptsächlich zur Erläuterung des technischen Prinzips dienen soll und durchaus konstruktiv auch deutlich abweichend von dieser Anordnung ausgeführt sein kann.

Der Zerstäubervorsatz 105 wird bei diesem Ausführungsbeispiel nicht nur von dem Abstandskörper 106 und dem Zerstäubungssieb 50 gebildet, sondern auch von einem den Ventilsitzkörper 16 radial umgebenden Gaseinführelement 113, das sich in axialer Richtung sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 erstreckt. Das Gaseinführelement 113 zeichnet sich besonders dadurch aus, daß eine ringförmige Gasversorgung des aus der wenigstens einen Abspritzöffnung 25 austretenden Brennstoffs im Abstandskörper 106 gewährleistet ist. Im in der Fig. 28 dargestellten Ausführungsbeispiel sieht diese Gasversorgung



so aus, daß über einen Gasanschluß 115 Außenluft, die eventuell durch Abwärme der Brennkraftmaschine oder eine aktive Heizung erwärmt ist, oder Abgas in einen oberen ringförmigen Gasverteiler 116 strömt, von dort über einen axial verlaufenden engen Strömungskanal 117 parallel zur Ventillängsachse 2 bis in einen zweiten unteren, ringförmigen, z. B. stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 liegenden Gasverteiler 118 hindurchtritt, von wo das Gas über beispielsweise schräg verlaufende Radialbohrungen 119 in den Abstandskörper 106 eintritt (Gaseinführung). Die beiden Gasverteiler 116 und 118 sind dabei nur optional vorgesehen. In dieser Version des Versuchsaufbaus besitzt das Gaseinführelement 113 zwei Innengewinde, in die von einer Seite das Einspritzventil mit einem am Düsenkörper 108 vorgesehenen Außengewinde und von der anderen Seite der Abstandskörper 106 eingeschraubt werden, so daß das Gaseinführelement 113 auch als Verbindungselement zwischen Einspritzventil und Abstandskörper 106 dient.

Durch das zumessende Einspritzventil wird der Brennstoff als Schnurstrahl (Strahlwinkel  $< 10^\circ$ ) in den Abstandskörper 106 abgespritzt. Dieser hülsenförmige Abstandskörper 106 ist so bemessen (Länge, Durchmesser), daß die innere Wandung 110 vom Brennstoffstrahl nicht direkt benetzt wird. Aus dem unteren Gasverteiler 118 wird Gas entweder durch die Radialbohrungen 119 oder durch nicht dargestellte Röhrchen bzw. Blenden so in den Abstandskörper 106 eingeleitet, daß eine definierte und stabile Gasströmung entsteht.

Ein Teil des Gases kann auch in den dem Zerstäubungssieb 50 zugewandten, saugrohrseitigen Teil des Abstandskörpers 106 z. B. durch eine hier nicht dargestellte Doppelwandigkeit des Abstandskörpers 106 so gelegt werden, daß das Gas in Form einer die Zerstäubung des Brennstoffs verbessernden (Reduzierung der Tröpfchengröße) Gasumfassung wirkt. Der von der Gasströmung in dem Abstandskörper 106 eingefäßte Brennstoffstrahl wird beim Aufprall auf dem Zerstäubungssieb 50 zerstäubt. Das durch das Zerstäubungssieb 50 strömende Gas nimmt verbliebene Brennstofftröpfchen mit (Freiblasen des Zerstäubungssiebs 50) und führt so zu einem deutlich verbesserten Austrags- und Aufbereitungsverhalten besonders bei kleinen Saugrohrdrücken. Durch eine entsprechend gestaltete Gaszufuhr kann der Brennstoffstrahl vor und nach der Aufbereitung durch das Zerstäubungssieb 50 zusätzlich geformt werden (z. B. elliptisches Strahlbild, asymmetrische Mengenverteilung).

Zur optimalen Führung des aus den Radialbohrungen 119 austretenden Gases im Abstandskörper 106 kann optional ein Gasführungseinsatz 120 vorgesehen sein, der aufgrund einer sich axial erstreckenden Hülse 122 der Strömungsumlenkung und dem axialen Abströmen des Gases dient. Die axiale Hülse 122 des Gasführungseinsatzes 120 geht an ihrem stromaufwärtigen Ende z. B. in einen radial verlaufenden Randbereich 123 über, der zumindest teilweise durch den Abstandskörper 106 gegen die Spritzlochscheibe 21 gedrückt wird, wodurch ein Verrutschen des Gasführungseinsatzes 120 ausgeschlossen ist. Der Gasführungseinsatz 120 ist in seiner Länge und seinem Durchmesser so bemessen, daß einerseits keine Benetzung der inneren Wandung 110 durch den aus der Spritzlochscheibe 21 austretenden Brennstoff auftreten kann und andererseits das durch die Radialbohrungen 119 einströmende Gas geführt wird. Das Zerstäubungssieb 50 kann im Gegensatz zu den in den Fig. 24 bis 27 dargestellten Ausführungsbeispielen in einer äußeren Ausnehmung 125 am unteren

Ende des Abstandskörpers 106 durch z. B. Kleben, Schweißen oder Einrasten an diesem befestigt bzw. mitangegossen sein.

Mit dem in der Fig. 28 gezeigten Gaseinführelement 113 ist es möglich, das Zerstäubungssieb 50 in einer Entfernung von deutlich mehr als 50 mm (z. B. bis 100 mm) von der Spritzlochscheibe 21 anzuordnen und trotzdem die gleichen positiven Effekte wie beim Einspritzventil der Fig. 24 zu erreichen. Der Brennstoffstrahl wird aufgrund der Gasströmung nicht bzw. weniger abgebremst. Die damit höhere kinetische Energie ergibt eine bessere Zerstäubung. Bei Verwendung von heißem Gas, z. B. Abgas, durch Abwärme der Brennkraftmaschine erhitzter Luft oder mittels einer elektrischen Zusatzheizung erhitztem Gas, kommt es zu einer Erwärmung des Zerstäubungssiebs 50, der Wandung 110 des Abstandskörpers 106 und des Brennstoffstrahls. Die dabei einsetzende Verdampfung des Brennstoffs ergibt eine zusätzliche Verbesserung der Aufbereitung.

Alle der Fig. 28 folgenden Ausführungsbeispiele sind Variationen, Abwandlungen oder Verbesserungen der in den Fig. 24 bis 28 dargestellten Einspritzventile mit Zerstäubervorsätzen 105. Die anhand der Fig. 24 bis 28 beschriebenen Funktionsprinzipien bleiben im wesentlichen erhalten. Deshalb wird auf eine ausführliche Beschreibung der Einspritzventile und der Abstandskörper 106 an dieser Stelle verzichtet. Als entscheidendes Merkmal zieht sich die Trennung von Zumessung und Aufbereitung des Brennstoffs, die durch den Zerstäubervorsatz 105 aus Abstandskörper 106 und Zerstäubungssieb 50 erreicht wird, durch alle weiteren Ausführungsbeispiele. Die verschiedenen Anordnungen können sowohl mit als auch ohne Gaseinführung vorgesehen sein. Zusätzlich werden nun noch strahlformende Elemente wie z. B. Strahlteiler 68 mit einbezogen. Dadurch kann besonders bei Vierventil-Motoren die Verteilung des Brennstoffs der vorgegebenen Saugrohrgeometrie angepaßt werden.

Der Zerstäubervorsatz 105 des in Fig. 29 gezeigten Ausführungsbeispiels zeichnet sich besonders dadurch aus, daß der Abstandskörper 106 doppelwandig ausgebildet ist. Zwischen der inneren und der äußeren Wandung des Abstandskörpers 106 existieren beispielsweise zwei halbrunde, axial langgestreckte Zwischenräume 127, die sich bis zum Zerstäubungssieb 50 erstrecken und direkt stromabwärts des Zerstäubungssiebs 50 durch austretendes Gas für eine Gasumfassung des Brennstoffs sorgen, so daß eine weitere Verkleinerung der Tröpfchengröße und also eine verbesserte Zerstäubung erreicht wird. Ähnlich dem Trennsteg 68a in Fig. 9 ist im Inneren des Abstandskörpers 106 ein quer durch ihn verlaufender, z. B. einen kreisförmigen Querschnitt aufweisender Strahlteiler 68 stromaufwärts des tiefsten Bereichs 56 des Zerstäubungssiebs 50 angeordnet. Der Strahlteiler 68 mit der schon mehrfach beschriebenen Funktion des Brennstoffaufreißens in verschiedene Richtungen kann auch andere, nicht dargestellte Querschnitte besitzen. Die Fig. 30 ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie XXX-XXX in der Fig. 29 und verdeutlicht den Verlauf des Strahlteilers 68, der beispielsweise in den zwischen den Zwischenräumen 127 gebildeten Bereichen 128 des Abstandskörpers 106 befestigt ist. Durch die Variation der Abmessungen (Bogenlänge, Breite) der Zwischenräume 127 können letztlich die Strahlformen des Brennstoffs beeinflußt werden.

Neben der Gasumfassung am Zerstäubungssieb 50 ist ebenfalls eine Gaseinführung vorgesehen, die der bereits erläuterten Verbesserung des Austragsverhaltens



des Brennstoffs dient. Der Zerstäubervorsatz 105 ist derart ausgebildet, daß die innere Wand des Abstandskörpers 106 nicht unmittelbar bis an die Spritzlochscheibe 21 heranreicht, sondern vielmehr einen definierten Zuströmringspalt 130 zwischen sich und der Spritzlochscheibe 21 bildet. Aus dem unteren Gasverteiler 118 kann das Gas sowohl axial in die Zwischenräume 127 als auch weitgehend radial in den Zuströmringspalt 130 direkt stromabwärts der Spritzlochscheibe 21 einströmen. Das durch den Zuströmringspalt 130 strömende Gas stellt letztlich auch eine gewisse Gasumfassung des Brennstoffs dar, die allerdings nur innerhalb des hülsenförmigen Abstandskörpers 106 wirkt und zusätzlich zu der Gasumfassung am Zerstäubungssieb 50 existiert.

Das Ausführungsbeispiel in den Fig. 31 und 32 unterscheidet sich davon dadurch, daß anstelle der Doppelwandigkeit des Abstandskörpers 106 und der dadurch gebildeten Zwischenräume 127 zur Gasumfassung eine langgestreckte, weitgehend die Länge des Abstandskörpers 106 aufweisende Gasröhre 131 unmittelbar an der inneren Wandung 110 vorgesehen ist. Vom Gasverteiler 118 ausgehend erfolgt die Gaseinführung wieder über den Zuströmringspalt 130 direkt in die Hülse des Abstandskörpers 106, während die Gasumfassung am Zerstäubungssieb 50 dadurch ermöglicht wird, daß vom Gasverteiler 118 aus zuerst zwei zur Ventillängsachse 2 geneigt verlaufende Teilröhren 131' ausgeformt sind, die sich zu der axial bis zum Zerstäubungssieb 50 verlaufenden Gasröhre 131 vereinigen. Die Fig. 32 als Schnitt entlang der Linie XXXII-XXXII in Fig. 31 verdeutlicht den Verlauf der Gasröhre 131 nahe des Zerstäubungssiebes 50. Am den Teilröhren 131' abgewandten Ende ist die Gasröhre 131 U-förmig ausgebildet. Sie erstreckt sich bis in den tiefsten Bereich 56 der Auswölbung 51 und bogenförmig auf der gegenüberliegenden Seite in geringem Maße axial in Richtung zur Spritzlochscheibe 21 zeigend nach oben. Dieser Endbereich 132 der Gasröhre 131 ist verschlossen und besitzt eine axiale Länge, die der axialen Ausdehnung eines schneidenförmigen, flachen, quer durch die Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebes 50 verlaufenden Strahlteilers 68 entspricht. In ihrem tiefsten Bereich 134 weist die Gasröhre 131 Ausströmöffnungen 135 für das Gas auf. Die Gasröhre 131 ist im Bereich der Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebes 50 in gewisser Weise in dem Strahlteiler 68 eingebettet. Der durch den Strahlteiler 68 aufgeteilte und unter anderem durch das Zerstäubungssieb 50 aufbereitete Brennstoff wird unmittelbar stromabwärts des Zerstäubungssiebes 50 von dem aus der Gasröhre 131 austretenden Gas getroffen und besonders fein in kleinste Tröpfchen zerstäubt. Das Gas hat außerdem die Wirkung des weiteren Auseinandertreibens der durch den Strahlteiler 68 vorgegebenen Zweistrahligkeit.

Die Fig. 33 und 34 verdeutlichen ein nur wenig abgeändertes Ausführungsbeispiel. Hierbei verläuft die Gasröhre 131 ebenfalls an der inneren Wandung 110 entlang axial z. B. bis zum Beginn des Zerstäubungssiebes 50 und dann z. B. im rechten Winkel abgelenkt quer durch den Abstandskörper 106 bis zur gegenüberliegenden Seite des Abstandskörpers 106. Der Endbereich 132 der Gasröhre 131 ist also horizontal bzw. senkrecht zur Ventillängsachse 2 ausgeführt, und zwar direkt in der Form eines Strahlteilers 68. Die ansonsten z. B. mit kreisförmigem Querschnitt ausgeformte Gasröhre 131 besitzt deshalb in ihrem Endbereich 132 einen dreieckförmigen Querschnitt, der eine Strahlaufteilung ermöglicht. An der unteren, der Spritzlochscheibe 21 abgewandten Seite ist der Endbereich 132 wiederum so ge-

staltet, daß über Ausströmöffnungen 135 Gas stromabwärts ausströmen kann. In diesem Falle dient das bereits stromaufwärts des Zerstäubungssiebes 50 mit dem Brennstoff in Kontakt kommende Gas mehr der Verbesserung des Austragsverhaltens des Brennstoffs als der Verringerung der Tröpfchengröße des Brennstoffs.

Das in der Fig. 35 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Ventils mit Abstandskörper 106 und Zerstäubungssieb 50 entspricht weitgehend dem in Fig. 29 gezeigten Ventil. Diese Fig. 35 soll nur verdeutlichen, welche Variantenvielfalt durch Hinzufügen oder Weglassen einzelner kleiner Bausteine am Zerstäubervorsatz 105 möglich ist. Im folgenden werden deshalb nur die Unterschiede zur Fig. 29 erwähnt. Die Gaseinführung erfolgt über die Radialbohrungen 119 als Verbindungen von unterem Gasverteiler 118 und Innerem des Abstandskörpers 106. Im Bereich der Spritzlochscheibe 21 ist kein Zuströmringspalt 130 vorgesehen, vielmehr liegt z. B. durch den Einbau des Gasführungseinsatzes 120 der Zerstäubervorsatz 105 dicht an der Spritzlochscheibe 21 an. Vom Gasverteiler 118 strömt Gas außerdem axial zwischen den beiden Wänden des Abstandskörpers 106 in Richtung Zerstäubungssieb 50. Diese Anordnung kann sowohl mit oder auch ohne Strahlteiler 68 ausgeführt sein.

Im in der Fig. 36 gezeigten Zerstäubervorsatz 105 sind genau wie in Fig. 29 zwei verschiedene, ungefähr über die Länge des Abstandskörpers 106 verlaufende Gasströmungen vorgesehen. Von dem Gasverteiler 118 wiederum ausgehend strömt ein Teil des Gases über den Zuströmringspalt 130 in das Innere des Abstandskörpers 106 direkt an der Spritzlochscheibe 21 und ein anderer Teil über die beispielsweise zwei Zwischenräume 127, die durch die Doppelwandigkeit gebildet sind. Die Zwischenräume 127 enden jedoch bereits stromaufwärts des Zerstäubungssiebes 50. Dies ist besonders dadurch möglich, daß das Zerstäubungssieb 50 diesmal an der äußeren Wandung des Abstandskörpers 106 befestigt ist. Das noch vor dem Zerstäubungssieb 50 aus den Zwischenräumen 127 in den Abstandskörper 106 strömende Gas besitzt eine andere Geschwindigkeit als das im Inneren des Abstandskörpers 106 strömende Gas, so daß es beim Aufeinandertreffen auch aufgrund der unterschiedlichen Strömungsrichtung zu Verwirbelungen kommt. Besonders wenn keine Strahlteilung gewünscht ist, bietet sich diese Lösung zur Zerstäubungsverbesserung des Brennstoffs an.

Mit den bekannten Radialbohrungen 119 in der Wandung des Abstandskörpers 106 und dem Gasführungseinsatz 120 wird auch bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 37 gewährleistet, daß über einen großen Teil des Abstandskörpers 106 keine Benetzung der inneren Wandung 110 erfolgt. Im stromabwärtigen, dem Zerstäubungssieb 50 zugewandten Ende des Abstandskörpers 106 ist eine Venturidüse 137 vorgesehen. Die Venturidüse 137 hat die Aufgabe, noch vor der Zerstäubung und Aufbereitung des Brennstoffs am Zerstäubungssieb 50 für eine sehr gute Vermischung von Brennstoff und Gas zu sorgen. Dieses in der Venturidüse 137 beschleunigte Brennstoff-Gas-Gemisch erhöht die Aufbereitungsqualität des Brennstoffs. Der beispielsweise kegel- oder pyramidenförmig ausgeführte Strahlteiler 68 in der Auswölbung 51 des Zerstäubungssiebes 50 kann optional angeordnet sein.

Die Fig. 38 zeigt eine sehr einfache Ausbildungsform des Zerstäubervorsatzes 105. Die wesentlichen Merkmale dieses Ausführungsbeispiels lauten zusammengefaßt: keine Gaseinführung, sondern nur Ansaugen von

Saugrohrluft nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe durch die Öffnungen 111 und damit Druckausgleich mit der Umgebung und Vermeidung von Wandbenetzung im Abstandskörper 106; Strahlteiler 68 stegartig beispielsweise am dem Zerstäubungssieb 50 zugewandten Ende des Abstandskörpers 106 quer durch ihn verlaufend.

In den Fig. 39, 40 und 41 sind einige denkbare Varianten von Zerstäubungssieben 50 gezeigt, die sich von den bisher im Zusammenhang mit den Zerstäubervorsätzen 105 beschriebenen schalenförmigen, eine gleichmäßige Maschenweite aufweisenden Zerstäubungssieben 50 unterscheiden. Das in der Fig. 39 dargestellte Zerstäubungssieb 50 zeichnet sich durch eine keinen konstanten Radius aufweisende Auswölbung 51 aus. Die Auswölbung 51 ist nun wesentlich flacher ausgeführt. Der z. B. eine scharfe Schneide besitzende Strahlteiler 68 ist direkt in das Zerstäubungssieb 50, z. B. in dessen tiefstem Bereich 56 eingearbeitet. Die Fig. 40 zeigt ein Beispiel eines zweiteiligen Zerstäubungssiebs 50, bei dem z. B. im tiefsten Bereich 56 ein anderes Siebmaterial verwendet wird als im Rest der Auswölbung 51. Durch Spritzgießen der verschiedenen Siebteile in einem Arbeitsgang ist das mehrteilige Zerstäubungssieb 50 sehr einfach herstellbar. Die Draufsicht auf ein Zerstäubungssieb 50 mit partieller Änderung der Maschenweite, wobei beispielsweise durchgehend das gleiche Siebmaterial zum Einsatz kommt, verdeutlicht die Fig. 41. Das Zerstäubungssieb 50 weist hierbei einen mittleren, stegähnlichen Siebbereich 139 auf, der sich z. B. durch die gesamte Auswölbung 51 in einem schmalen Streifen erstreckt. Umgeben ist dieser innere Siebbereich 139 an beiden Seiten von äußeren Siebbereichen 140, so daß das Zerstäubungssieb 50 aus drei Segmenten gebildet ist. Besonders vorteilhaft ist es, den inneren Siebbereich 139 grobmaschiger als die äußeren Siebbereiche 140 auszubilden. Allein durch den Einsatz unterschiedlicher Maschenweiten im Zerstäubungssieb 50 und einem daraus resultierenden unterschiedlichen Zerstäubungsverhalten kann bereits eine gewisse Strahlformung des Brennstoffs erreicht werden. Außerdem erweist sich die Variation der Maschenweite als günstig, wenn im Hinblick auf die bereits angesprochene Plugging-Problematik Siedereste des Brennstoffs am Zerstäubungssieb 50 zurückgehalten werden sollen. Diese Ablagerungen können z. B. sehr gut in den feinmaschigen äußeren Siebbereichen 140 gebunden werden, während der mittlere Siebbereich 139 frei bleibt.

In den Fig. 42 und 43 sind zwei weitere Sonderfälle einer gewünschten Strahlteilung des Brennstoffs gezeigt. Zum Abspritzen auf beispielsweise zwei Einlaßventile der Brennkraftmaschine bietet es sich an, zwei separate, schalenförmige Zerstäubungssiebe 50 zu verwenden (Fig. 42), die unmittelbar am stromabwärtigen Ende des Abstandskörpers 106 befestigt und voneinander durch den Strahlteiler 68 getrennt sind. Der Strahlteiler 68 geht dabei direkt aus der Wandung des Abstandskörpers 106 hervor und gibt damit auch die erforderliche Stabilität im Bereich der Zerstäubungssiebe 50. Zusätzlich zum Abstandskörper 106 ist bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 43 ein sich hauptsächlich stromabwärts des Zerstäubungssiebs 50 erstreckendes, mit dem Abstandskörper 106 fest verbundenes, hülsenförmiges Strahlteilungselement 141 angeordnet. Das Strahlteilungselement 141 weist wiederum an seinem stromabwärtigen Ende den eigentlichen, z. B. schneidenförmigen Strahlteiler 68 auf, der damit einen deutlichen Abstand zum Zerstäubungssieb 50 besitzt. Die Länge des

Strahlteilungselements 141 kann entsprechend den Einbauverhältnissen und der Geometrie des Saugrohrs variabel gestaltet und so optimal angepaßt werden. Der dem Zerstäubungssieb 50 nachgeschaltete Strahlteiler 68 sorgt dafür, daß das bereits zerstäubte und aufbereitete Brennstoffspray in verschiedene Richtungen (z. B. auf zwei Einlaßventile) gesprüht wird. Diese Anordnung ist jederzeit mit einer Gaseinführung kombinierbar.

Das in der Fig. 44 gezeigte Ventil mit dem Zerstäubervorsatz 105 zeichnet sich besonders durch die im Abstandskörper 106 eingebaute Venturidüse 137 aus, die bereits aus der Fig. 37 bekannt ist. Die Venturidüse 137 ist nun jedoch so angeordnet, daß entsprechend dem Wasserstrahlpumpenprinzip angesaugte Saugrohrluft über die Öffnungen 111 unmittelbar an der engsten Stelle der Venturidüse 137 einströmt. Ein die Venturidüse 137 beinhaltender zylindrischer Düseneinsatzkörper 143 weist denselben Außendurchmesser auf wie der Durchmesser der inneren Wandung 110 des Abstandskörpers 106. Dieser Düseneinsatzkörper 143 ist beispielsweise in dem Abstandskörper 106 eingepreßt. Entsprechend der Anzahl der Öffnungen 111 sind z. B. gleich viele Queröffnungen 144 im Düseneinsatzkörper 143 vorgesehen, durch die direkte Verbindungen von den Öffnungen 111 bis zu dem engsten Querschnitt der Venturidüse 137 entstehen. Die Ausbildung der Öffnungen 111 im Abstandskörper 106 im axialen Erstreckungsbereich des engsten Querschnitts der Venturidüse 137 ermöglicht in vorteilhafter Weise die größtmögliche Sogwirkung auf das Gas.

#### Patentansprüche

1. Zerstäubungssieb zur Verwendung in Brennstoffeinspritzventilen zur Brennstoffaufbereitung, mit einem Siebblatt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Siebblatt eine von einer ebenen Blattform abweichende Gestalt besitzt.
2. Zerstäubungssieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb (50) schalenförmig gewölbt ausgebildet ist.
3. Zerstäubungssieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb (50) mehr als eine schalenförmige Auswölbung (51) besitzt.
4. Zerstäubungssieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb (50) aus rostfreiem Metall, Kunststoff, Teflon, PTC-Material oder Silizium gefertigt ist.
5. Zerstäubungssieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Siebblatt des Zerstäubungssiebs (50) eine Maschenweite von  $\geq 0,1$  mm aufweist.
6. Zerstäubungssieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb (50) ein- oder mehrlagig ausgeführt ist.
7. Zerstäubungssieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschenweite des Siebblattes des Zerstäubungssiebs (50) nicht konstant ist.
8. Zerstäubungssieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb (50) aus Bimetall ausgebildet ist.
9. Zerstäubungssieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb (50) am Umfang zumindest teilweise in einem Klemmring (52) angeordnet ist.
10. Brennstoffeinspritzventil zur Versorgung einer Brennkraftmaschine mit Brennstoff bzw. mit einem Brennstoff-Gas-Gemisch, mit einer Ventillängsach-

se, mit einem Ventilschließteil, das mit einer Ventil-  
sitzfläche zusammenwirkt, mit wenigstens einer  
Abspritzöffnung und mit einem stromabwärts der  
wenigstens einen Abspritzöffnung am Brennstoff-  
einspritzventil angeordneten Zerstäubungssieb mit  
einem Siebblatt, dadurch gekennzeichnet, daß das  
Zerstäubungssieb (50) wenigstens ein Siebblatt hat,  
das eine von einer ebenen Blattform abweichende  
Gestalt besitzt.

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb  
(50) am Umfang zumindest teilweise in einem  
Klemmring (52) angeordnet ist, der zwischen einem  
Ventilsitzträger (1) und einer am Ventilsitzträger  
(1) des Brennstoffeinspritzventils angebrachten  
Schutzhülse (40) eingespannt ist.

12. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb  
(50) mit einem Umfangsbereich (60) in einer am  
stromabwärtigen Ende des Brennstoffeinspritzven-  
tils angebrachten Schutzhülse (40) eingegossen ist.

13. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11  
oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutz-  
hülse (40) die Form einer Schutzkrone mit vom  
Brennstoffeinspritzventil abgewandt gerichteten  
Schutzzinken (62) hat.

14. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 13, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Schutzzinken (62)  
der Schutzhülse (40) weiter stromabwärts ragen  
als ein tiefster Bereich (56) des Zerstäubungssiebes  
(50).

15. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10  
dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb  
(50) mindestens eine Auswölbung (51) aufweist.

16. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 15, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb  
(50) mindestens zwei Auswölbungen (51) besitzt,  
die symmetrisch zur Ventillängsachse (2) angeord-  
net sind.

17. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 15, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb  
(50) mindestens zwei Auswölbungen (51) besitzt,  
die asymmetrisch zur Ventillängsachse (2) angeord-  
net sind.

18. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 15, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb  
(50) wenigstens eine Auswölbung (51) besitzt, die  
ringförmig ausgebildet ist.

19. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß am Zerstäubungssieb  
(50) an dessen stromaufwärtiger und/oder stromab-  
wärtiger Oberfläche (55) ein Strahlteiler (68) inte-  
griert ist.

20. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß stromabwärts des Zer-  
stäubungssiebes (50) ein Strahlteiler (68) verläuft.

21. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß zwischen der wenig-  
stens einen Abspritzöffnung (25) und dem wenig-  
stens einen Zerstäubungssieb (50) ein Gasringspalt  
(91) vorgesehen ist und der aus der wenigstens ei-  
nen Abspritzöffnung (25) austretende Brennstoff  
mit dem aus dem Gasringspalt (91) austretenden  
Gas kollidiert, so daß ein Brennstoff-Gas-Gemisch  
auf das Zerstäubungssieb (50) trifft.

22. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß zwischen der wenig-  
stens einen Abspritzöffnung (25) und dem wenig-

stens einen Zerstäubungssieb (50) in einem in einen  
Ventilsitzträger (1) ragenden Einsatzteil (78') Zu-  
führkanäle (98) ausgebildet sind, über die ein Gas  
zuführbar ist und der aus der wenigstens einen Ab-  
spritzöffnung (25) austretende Brennstoff mit dem  
aus den Zuführkanälen (98) austretenden Gas kollo-  
diert, so daß ein Brennstoff-Gas-Gemisch auf das  
Zerstäubungssieb (50) trifft.

23. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß Zuführkanäle (98') für  
ein Gas so am Brennstoffeinspritzventil angeord-  
net sind, daß sie auf der der wenigstens einen Ab-  
spritzöffnung (25) abgewandten Seite des Zerstäu-  
bungssiebes (50) enden.

24. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 23, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Zuführkanäle (98')  
so ausgerichtet sind, daß ihre gedachten Verlän-  
gerungen auf einen tiefsten Bereich (56) des Zerstäu-  
bungssiebes (50) zielen.

25. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 23, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Zuführkanäle (98')  
so ausgerichtet sind, daß ihre gedachten Verlän-  
gerungen tangential die Oberfläche des Zerstäu-  
bungssiebes (50) berühren.

26. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei hinter-  
einander geschaltete Zerstäubungssiebe (50) am  
Brennstoffeinspritzventil befestigt sind.

27. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11  
oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäu-  
bungssieb (50) zusammen mit der Schutzhülse (40)  
einen auswechselbaren Aufbereitungsvorsatz bil-  
det.

28. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, da-  
durch gekennzeichnet, daß zwischen der wenig-  
stens einen Abspritzöffnung (25) und dem wenig-  
stens einen Zerstäubungssieb (50) ein Abstandskör-  
per (106) so angeordnet ist, daß eine deutliche  
räumliche Trennung von Zerstäubung im Bereich  
der wenigstens einen Abspritzöffnung (25) und  
Aufbereitung im Bereich des Zerstäubungssiebes  
(50) vorhanden ist.

29. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Abstandskörper  
(106) zusammen mit dem Zerstäubungssieb (50) ei-  
nen Zerstäubervorsatz (105) bildet.

30. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungssieb  
(50) in einer Entfernung von 5 bis 100 mm von der  
wenigstens einen Abspritzöffnung (25) angeordnet  
ist.

31. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Abstandskörper  
(106) hülsenförmig ausgeführt ist und auf seiner der  
wenigstens einen Abspritzöffnung (25) zugewand-  
ten Seite Öffnungen (111) zum Einsaugen eines Ga-  
ses besitzt.

32. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Abstandskörper  
(106) zumindest über den größten Teil seines Um-  
fangs doppelwandig ausgebildet ist und zwischen  
den zwei Wänden Zwischenräume (127) vorgese-  
hen sind, durch die ein Gas strömen kann.

33. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, da-  
durch gekennzeichnet, daß im Abstandskörper  
(106) ein Strahlteiler (68) integriert ist.

34. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, da-  
durch gekennzeichnet, daß im Abstandskörper

(106) eine einen geringeren Querschnitt als der Abstandskörper (106) aufweisende Gasröhre (131) weitgehend axial verläuft, die erst nahe des Zerstäubungssiebs (50) Ausströmöffnungen (135) aufweist.

5

35. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren des Abstandskörpers (106) eine Venturidüse (137) mit einer Querschnittsverringering gegenüber dem Abstandskörper (106) vorgesehen ist.

10

36. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren des Abstandskörpers (106) stromabwärts der wenigstens einen Abspritzöffnung (25) ein Gasführungseinsatz (120) angeordnet ist, der wenigstens eine weitgehend axial verlaufende Abströmfläche für ein Gas besitzt.

15

37. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß stromabwärts der wenigstens einen Abspritzöffnung (25) durch die Geometrie des Abstandskörpers (106) ein definierter Zuströmringspalt (130) zum Einströmen eines Gases gebildet ist.

20

---

Hierzu 25 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

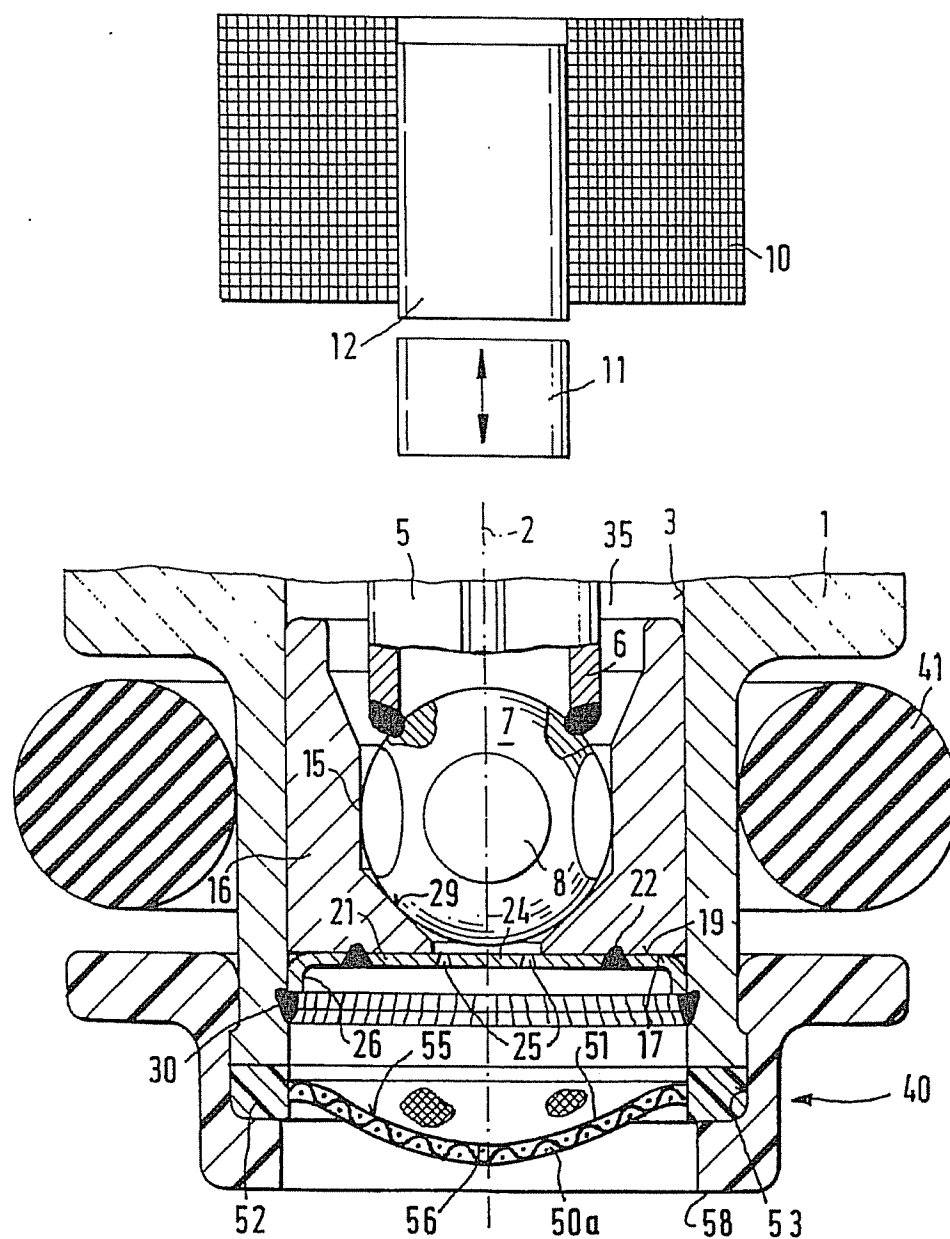
50

55

60

65

- Leerseite -



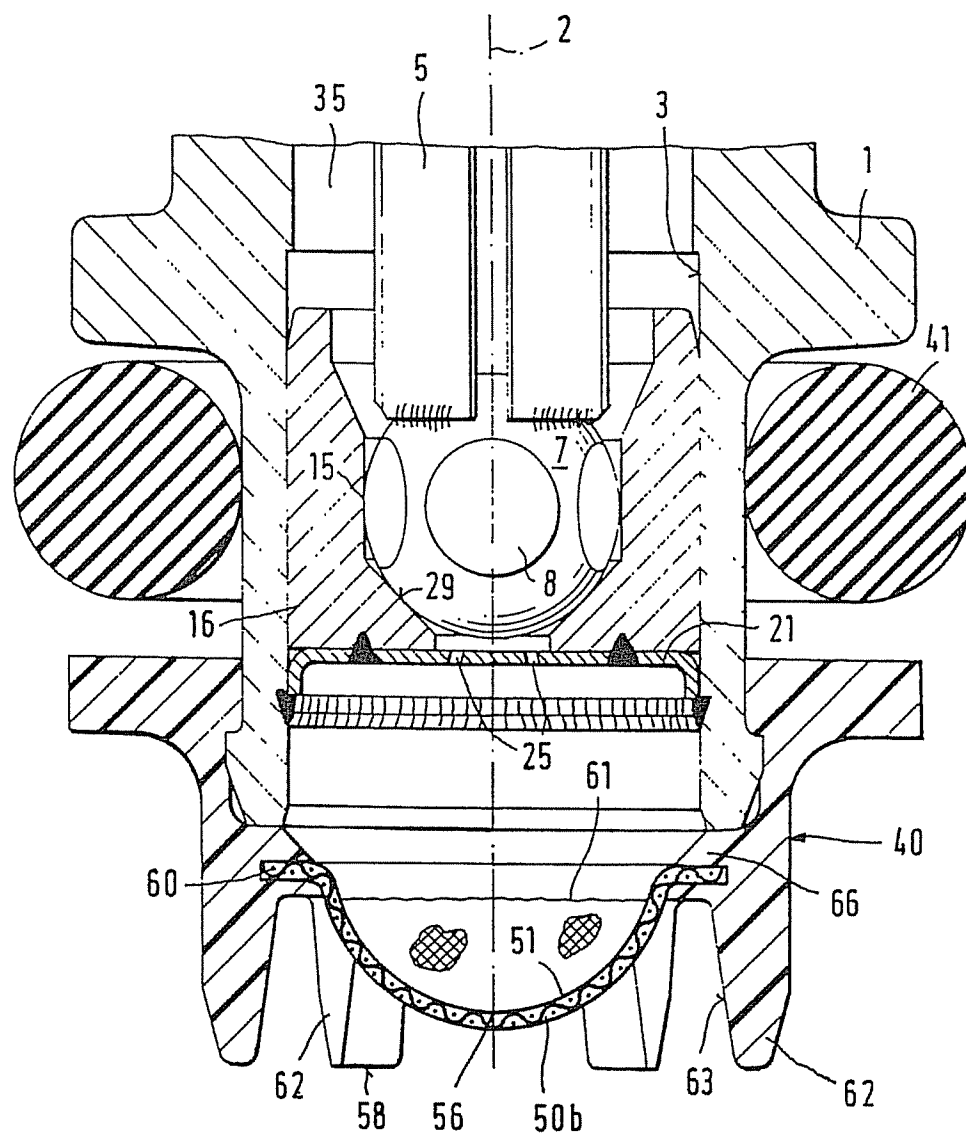


FIG. 2



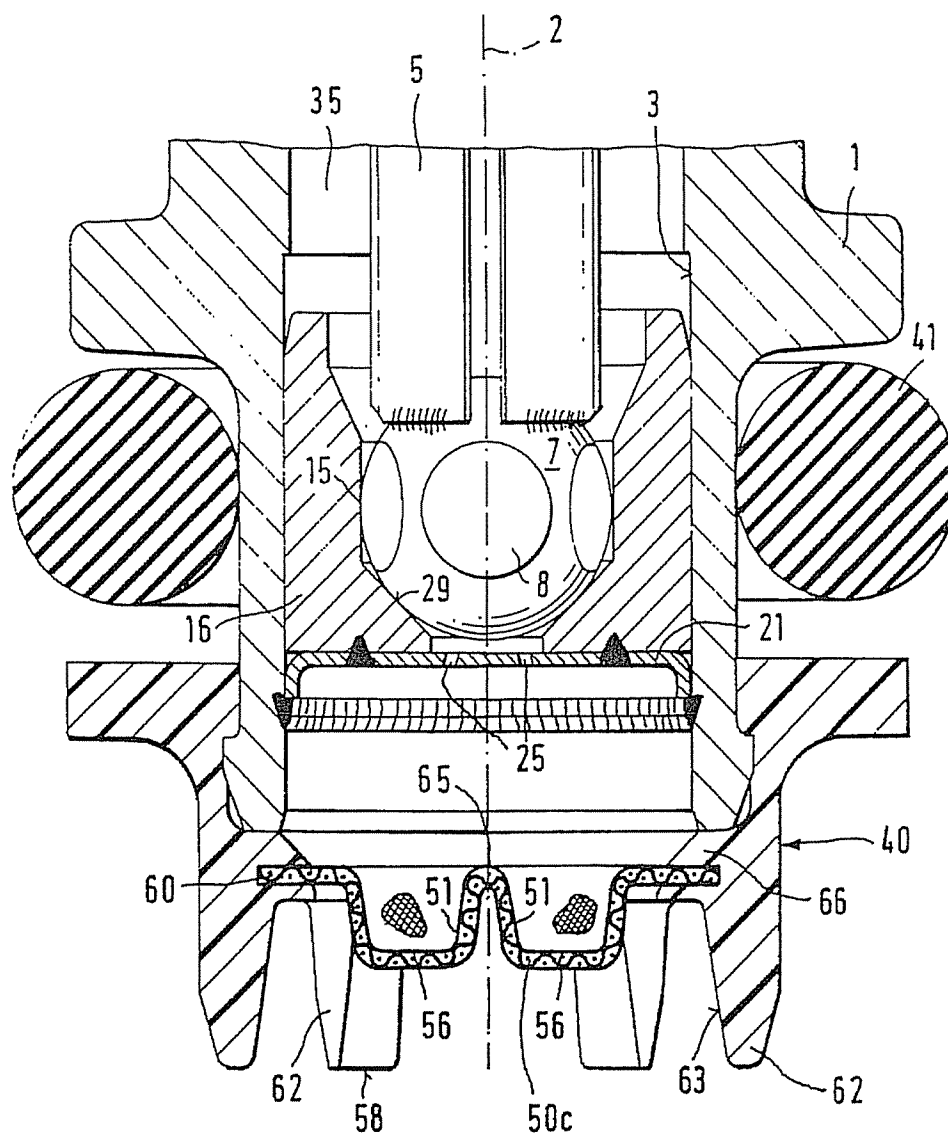


FIG. 3

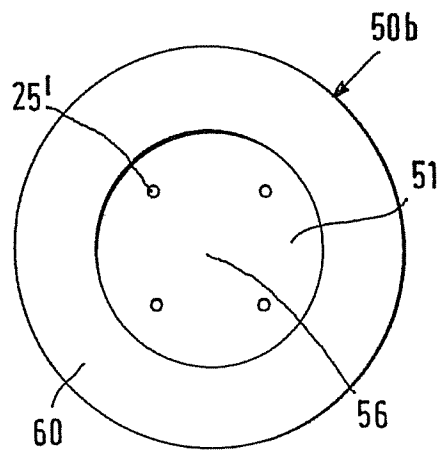


FIG. 4

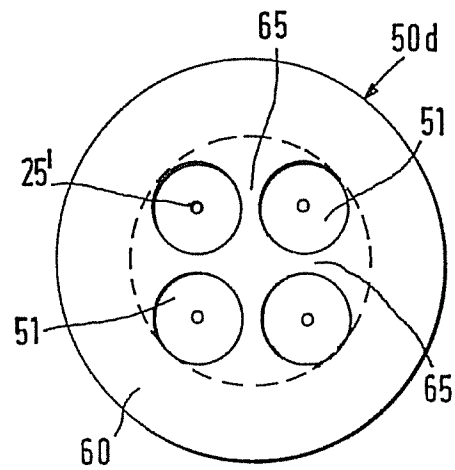


FIG. 5

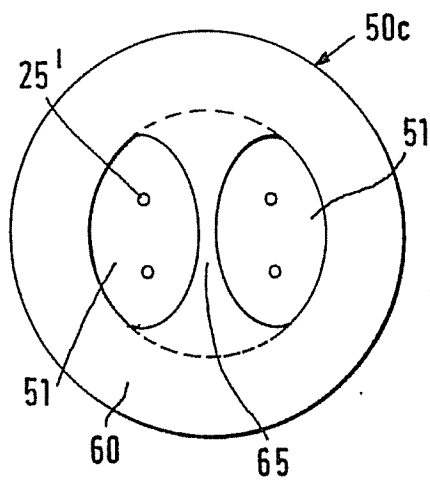


FIG. 6

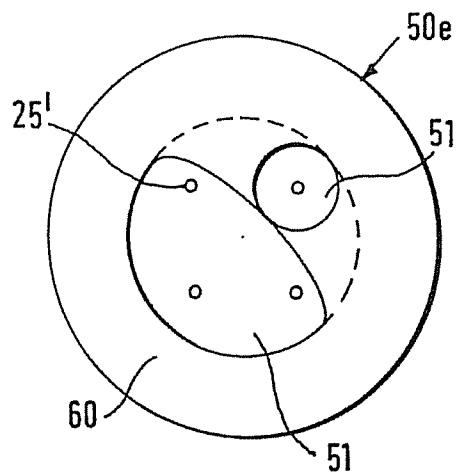


FIG. 7

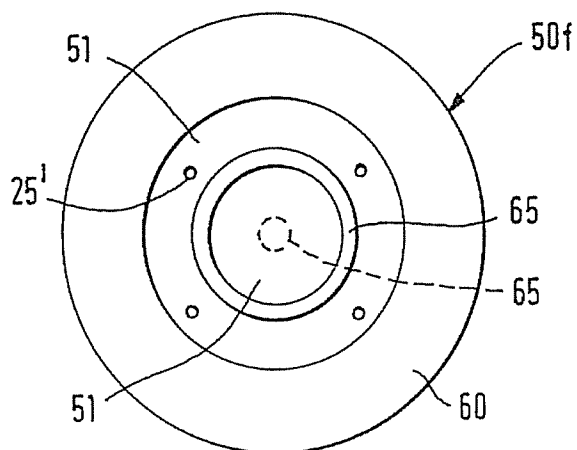


FIG. 8

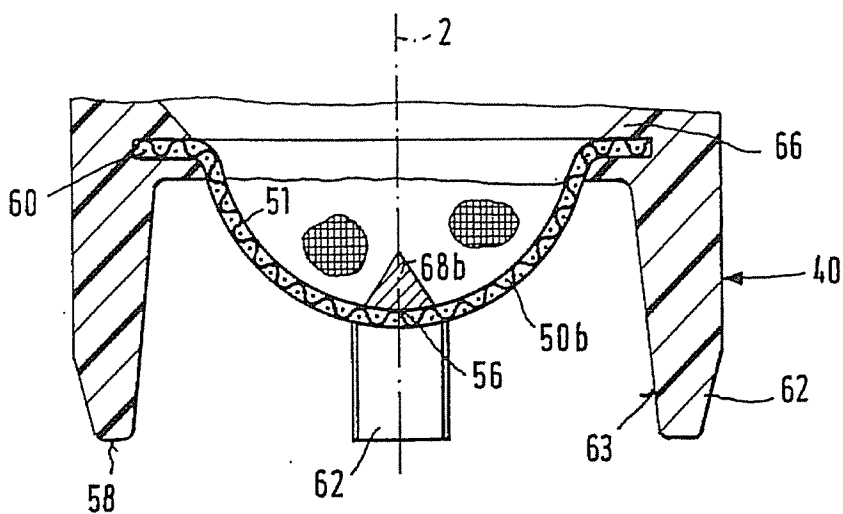


FIG. 10

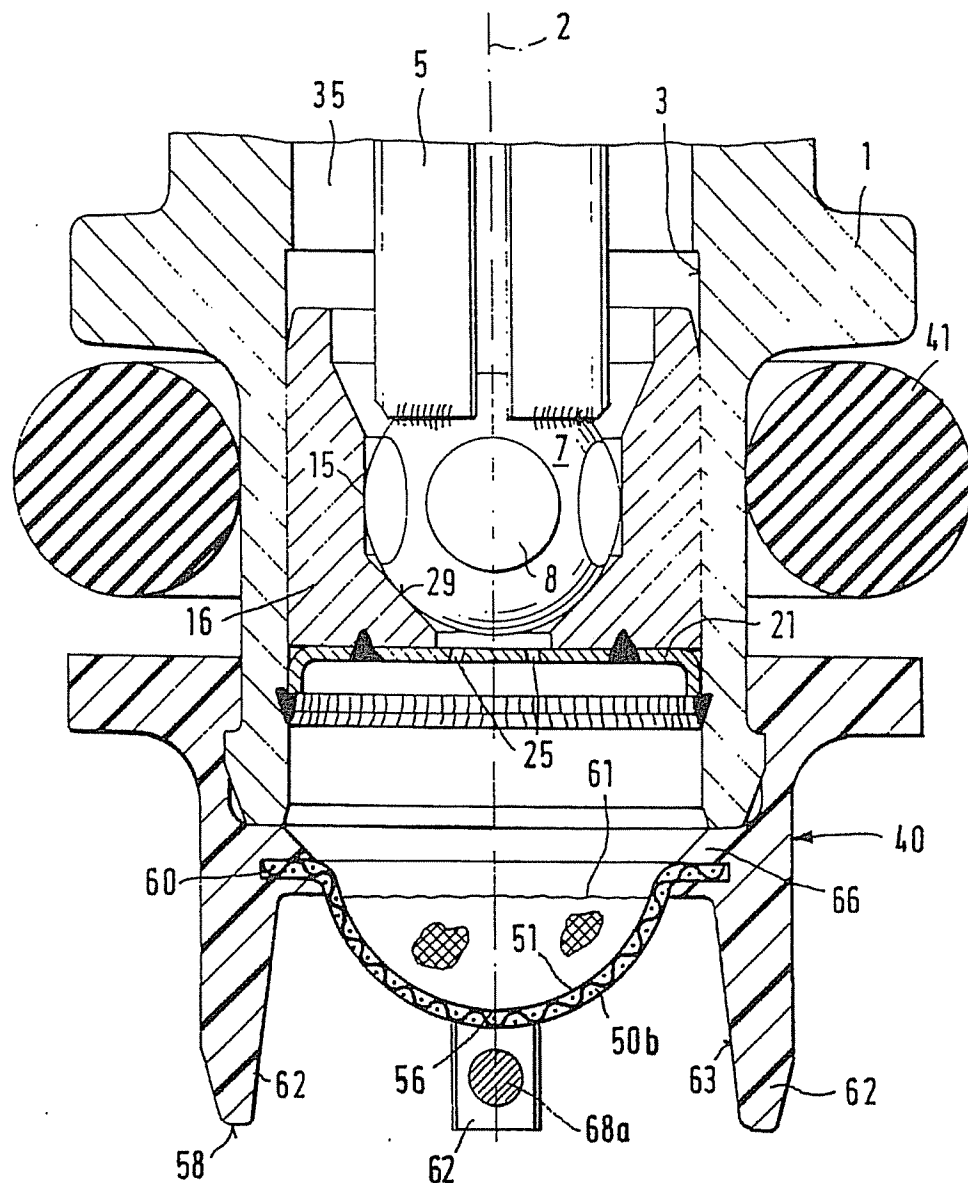


FIG. 9

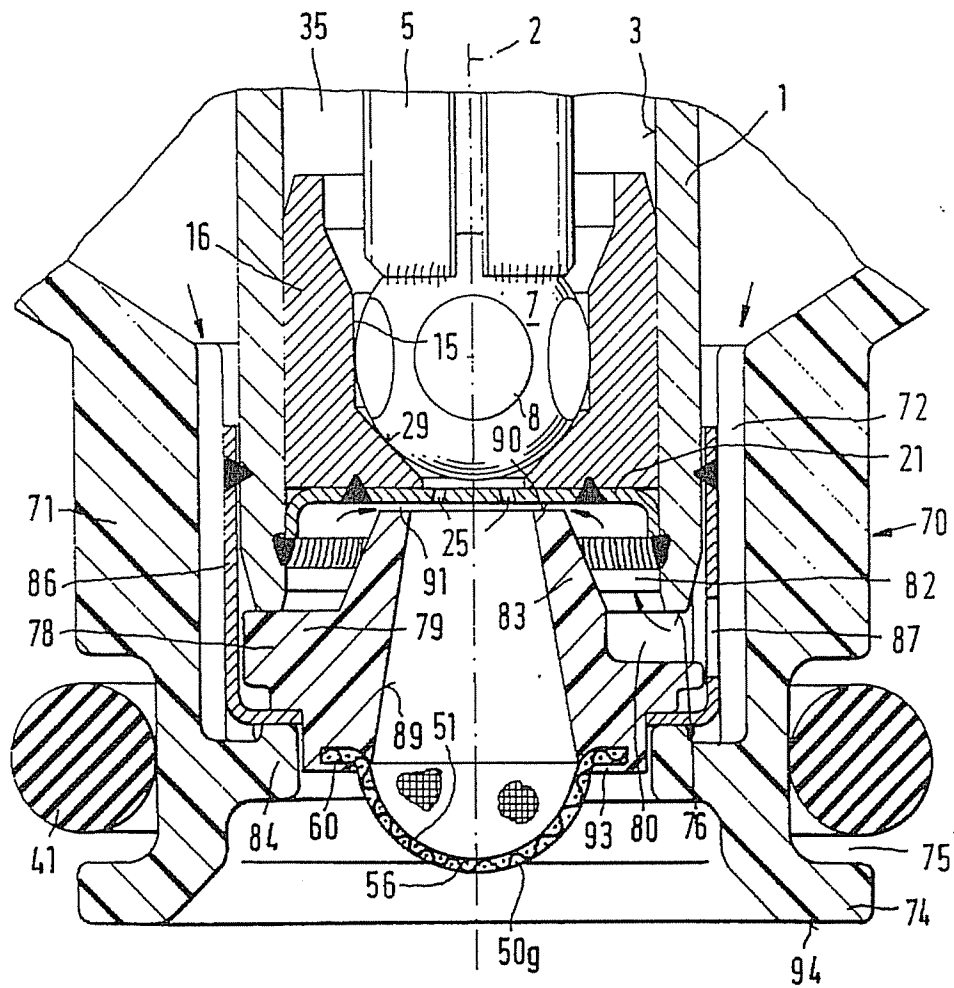


FIG. 11

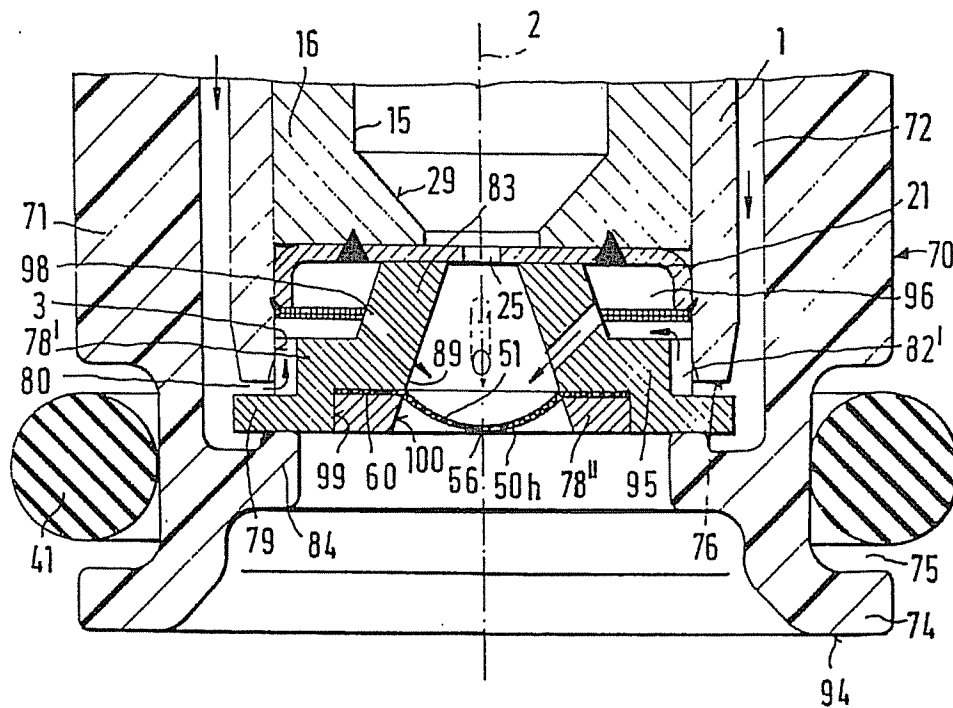


FIG. 12

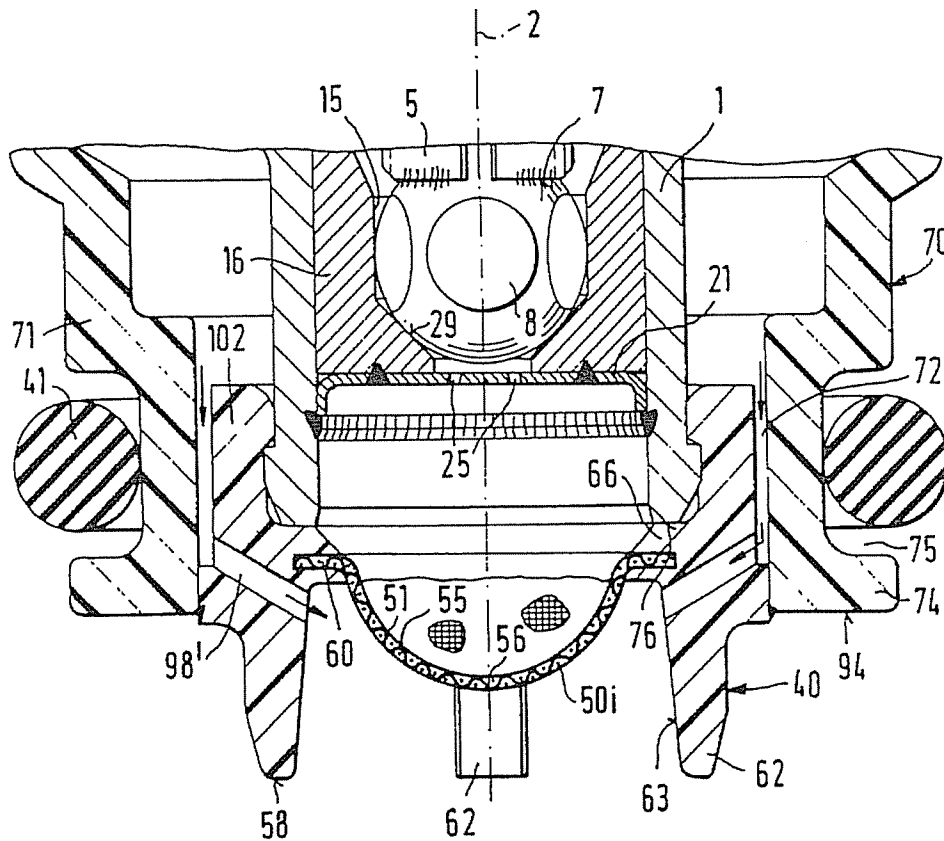
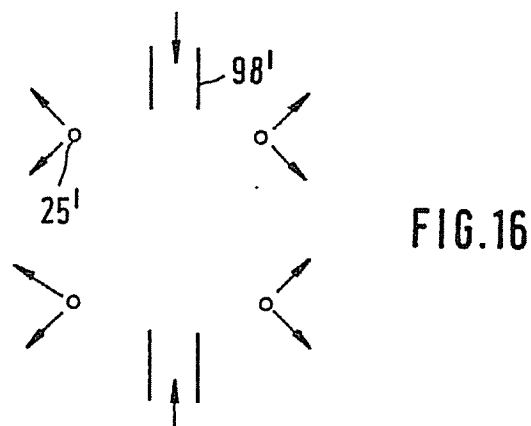
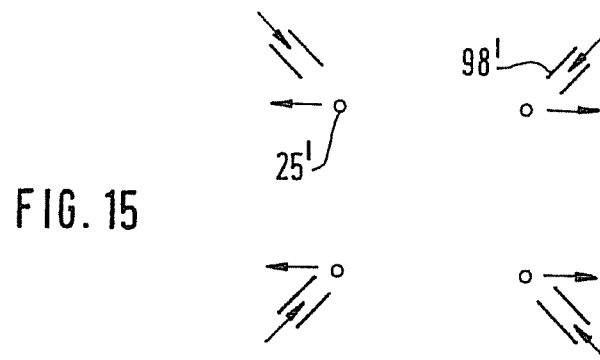
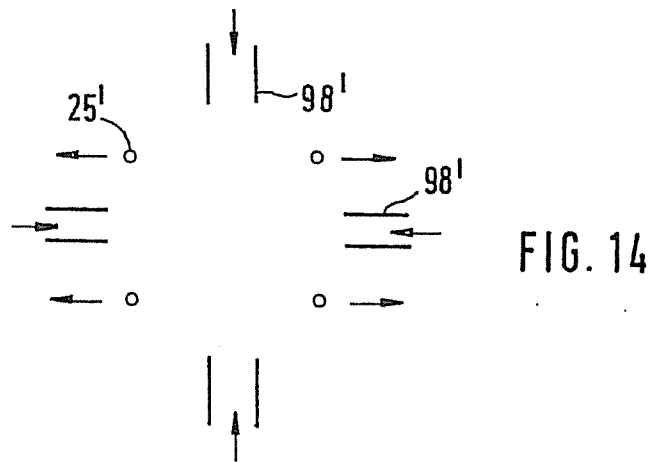


FIG. 13





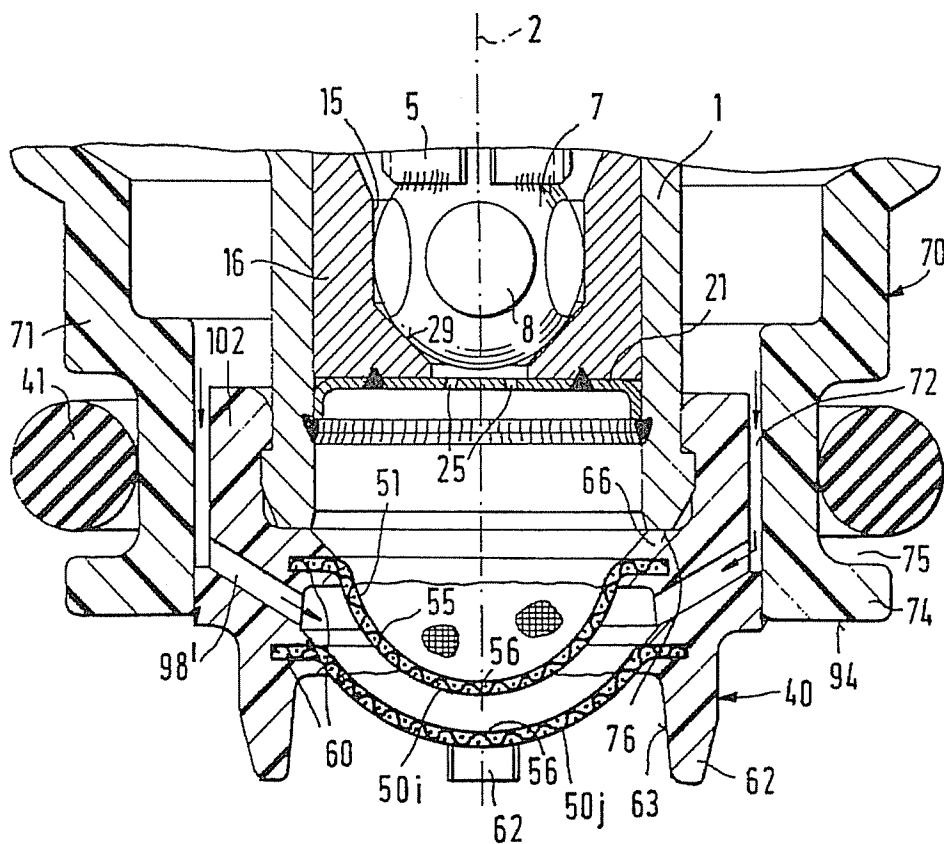
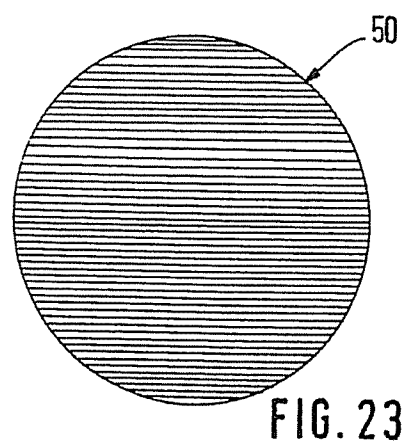
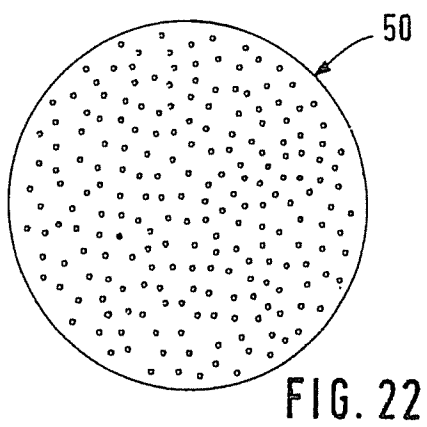
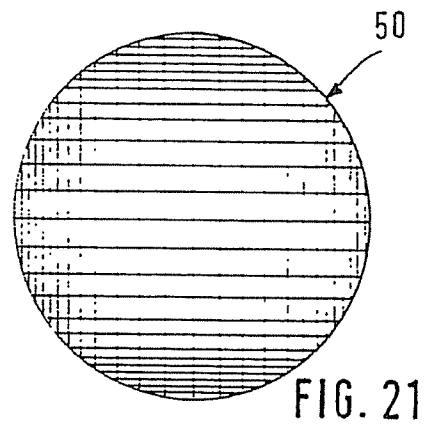
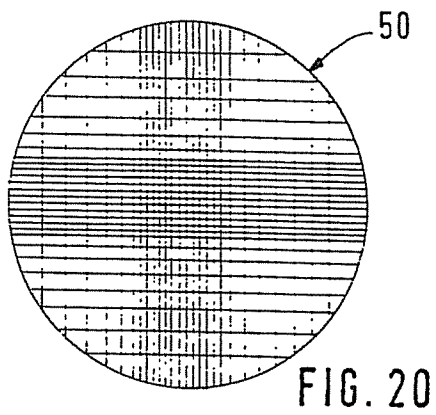
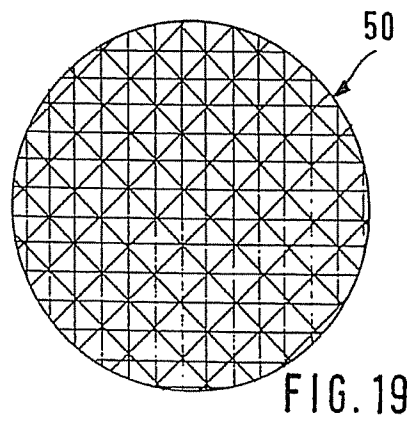
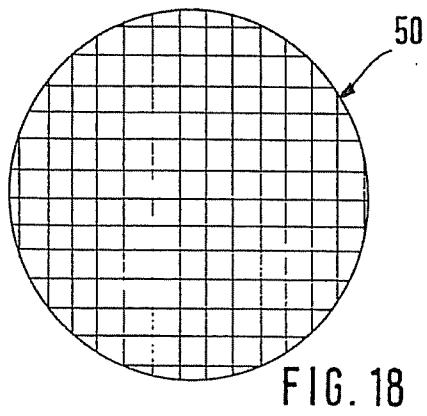


FIG. 17



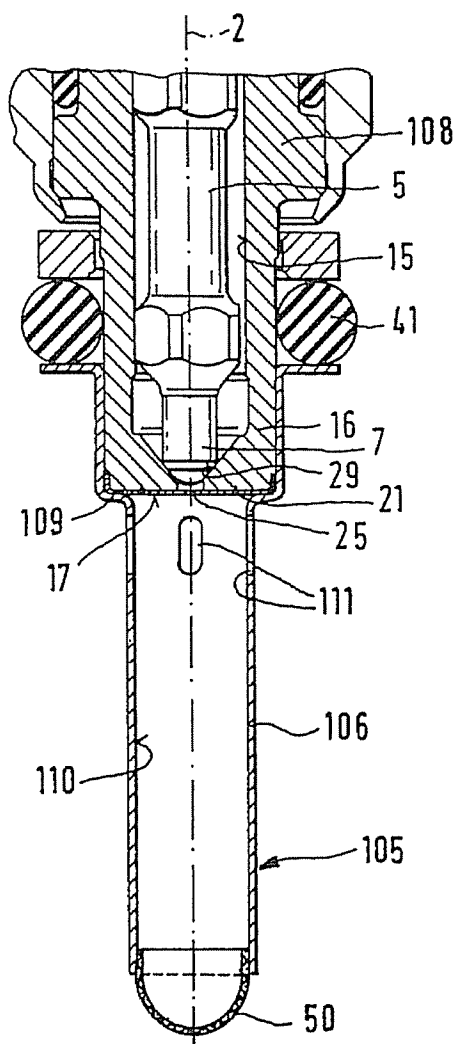


FIG. 24

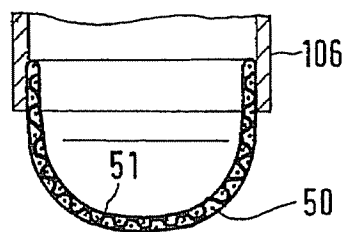


FIG. 25

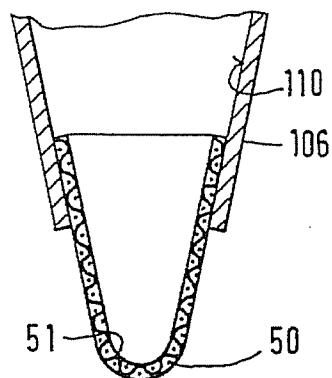


FIG. 26

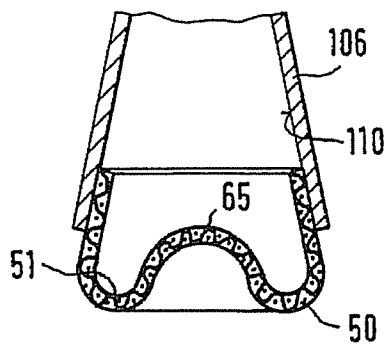


FIG. 27

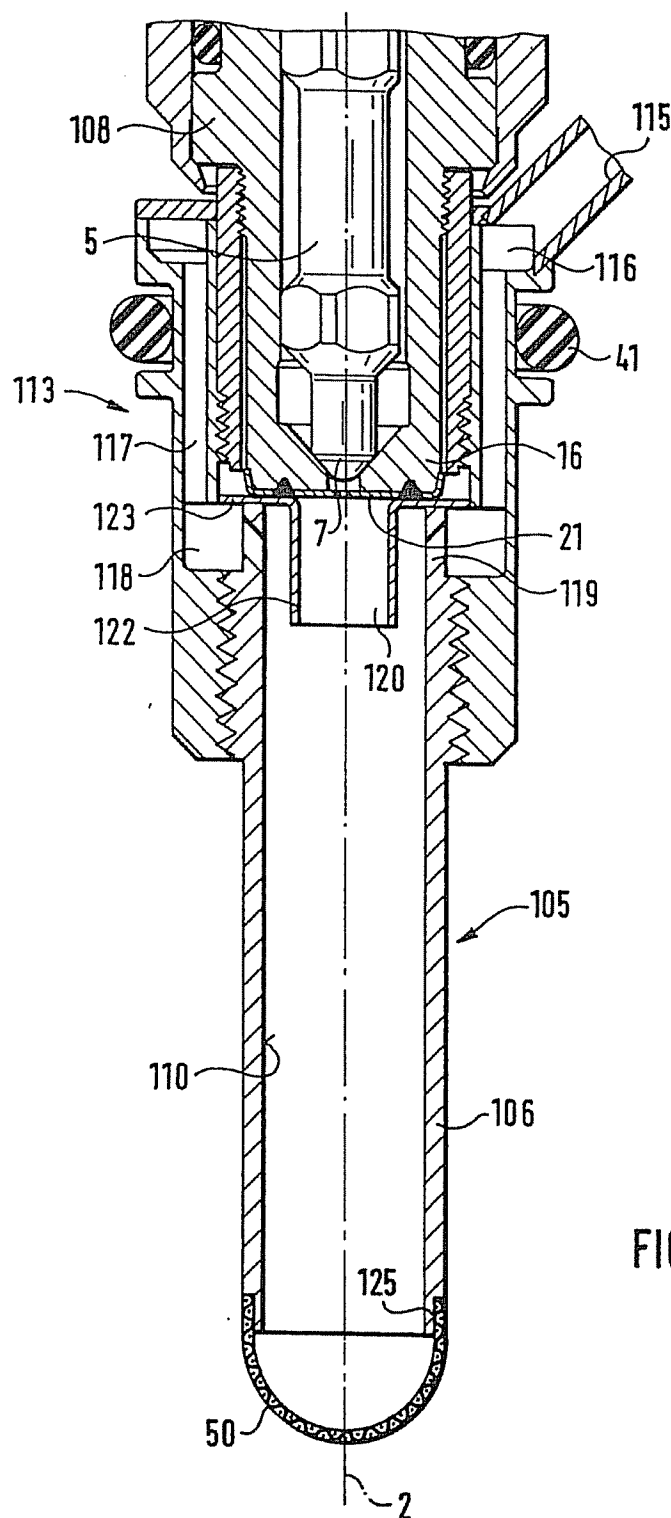


FIG. 28

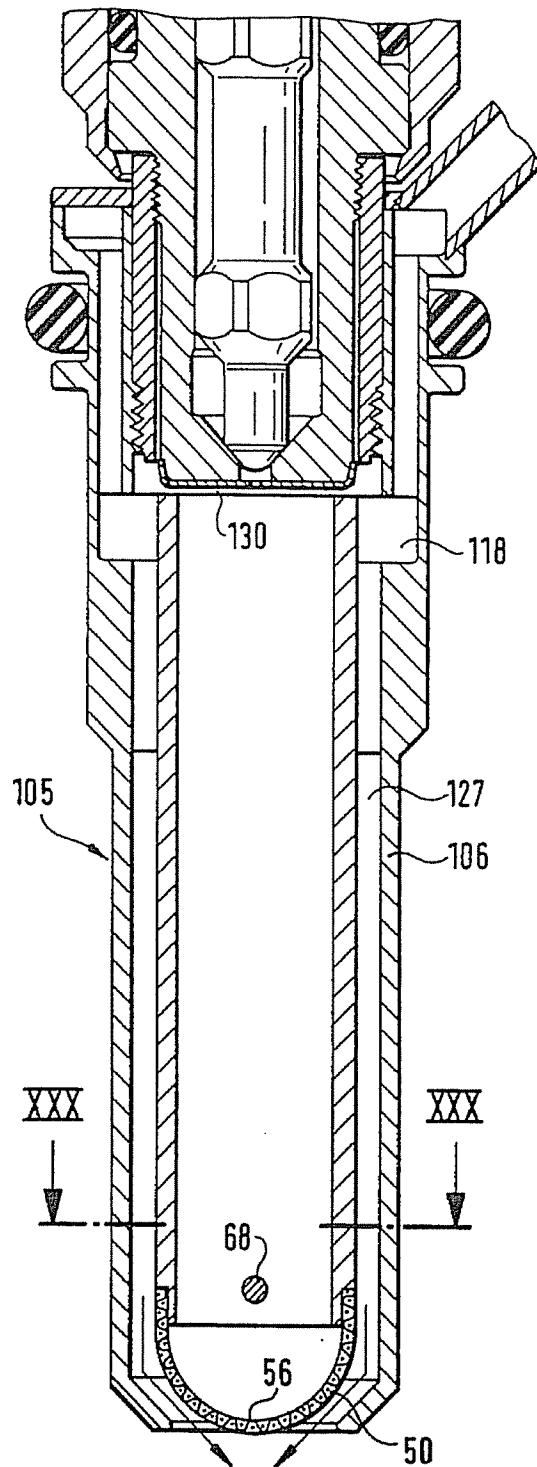


FIG. 29

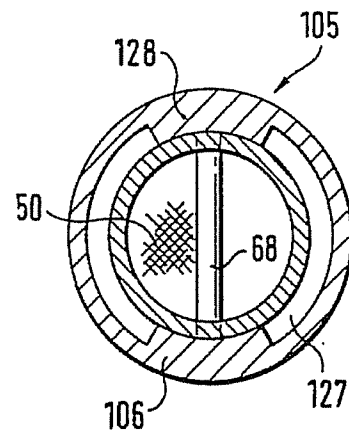
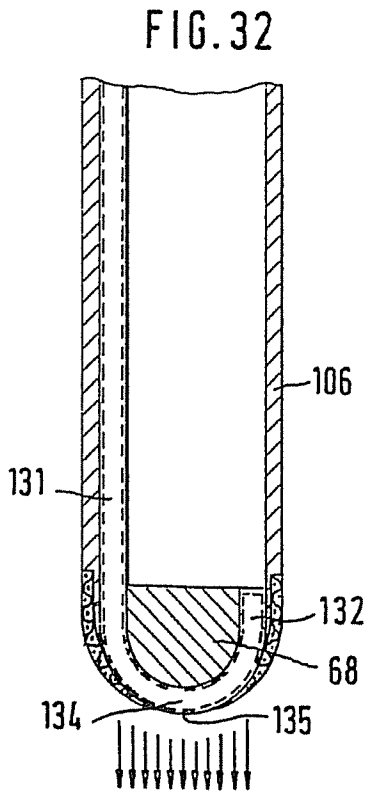
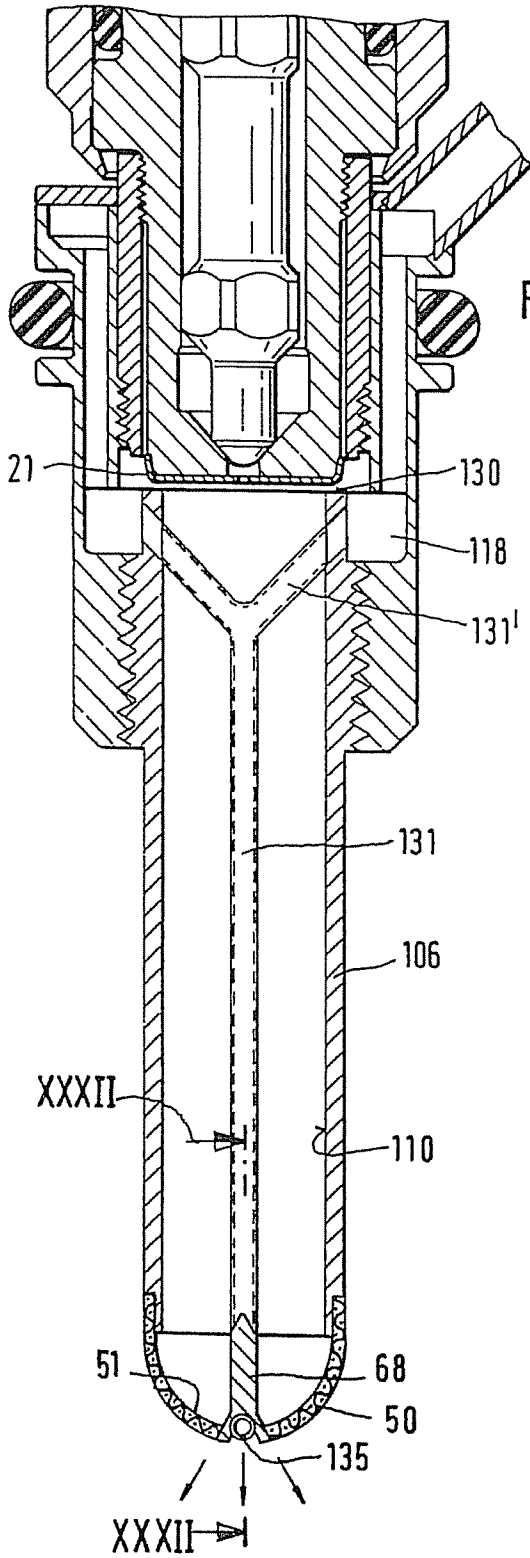
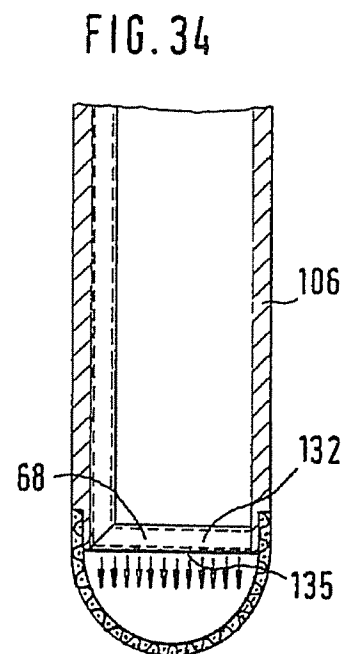
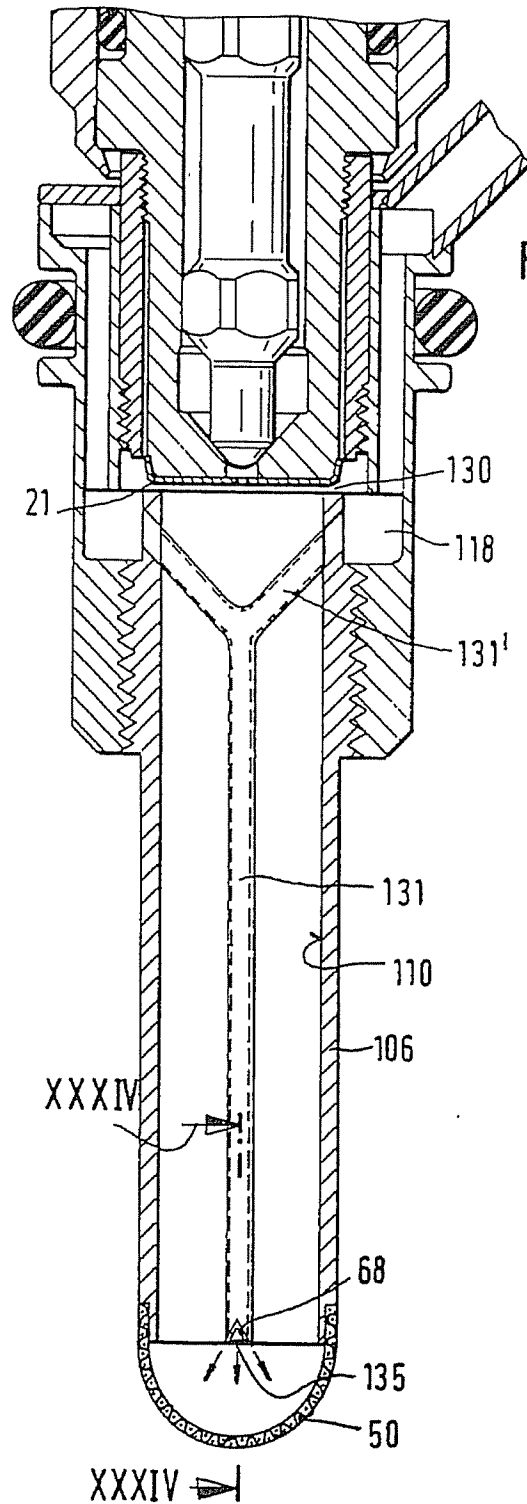
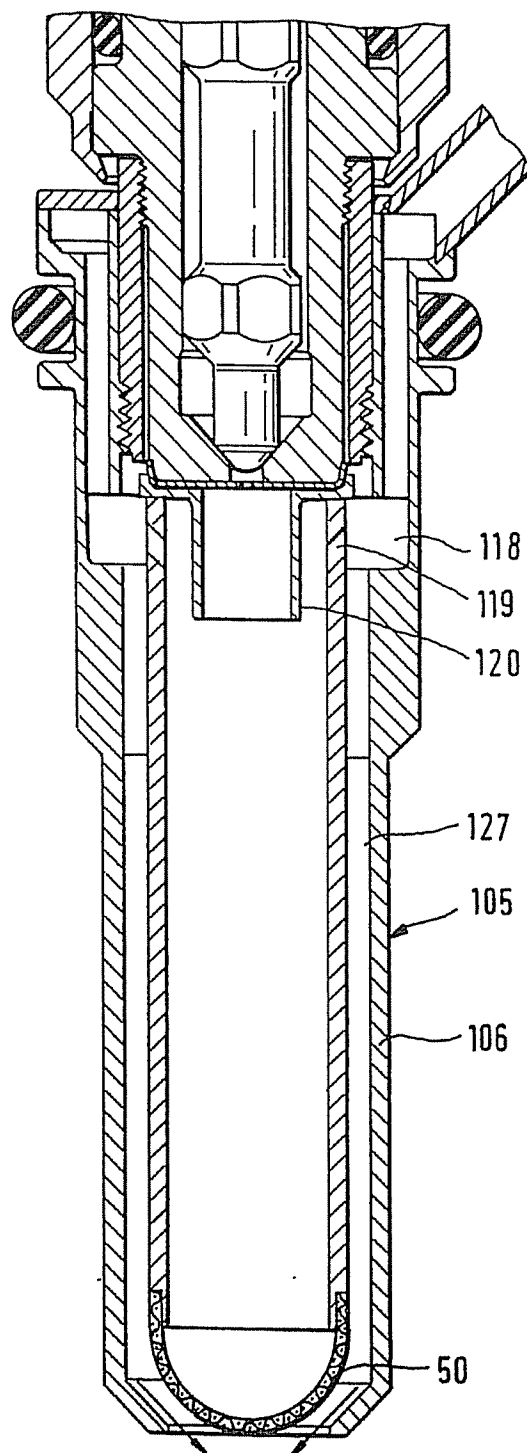


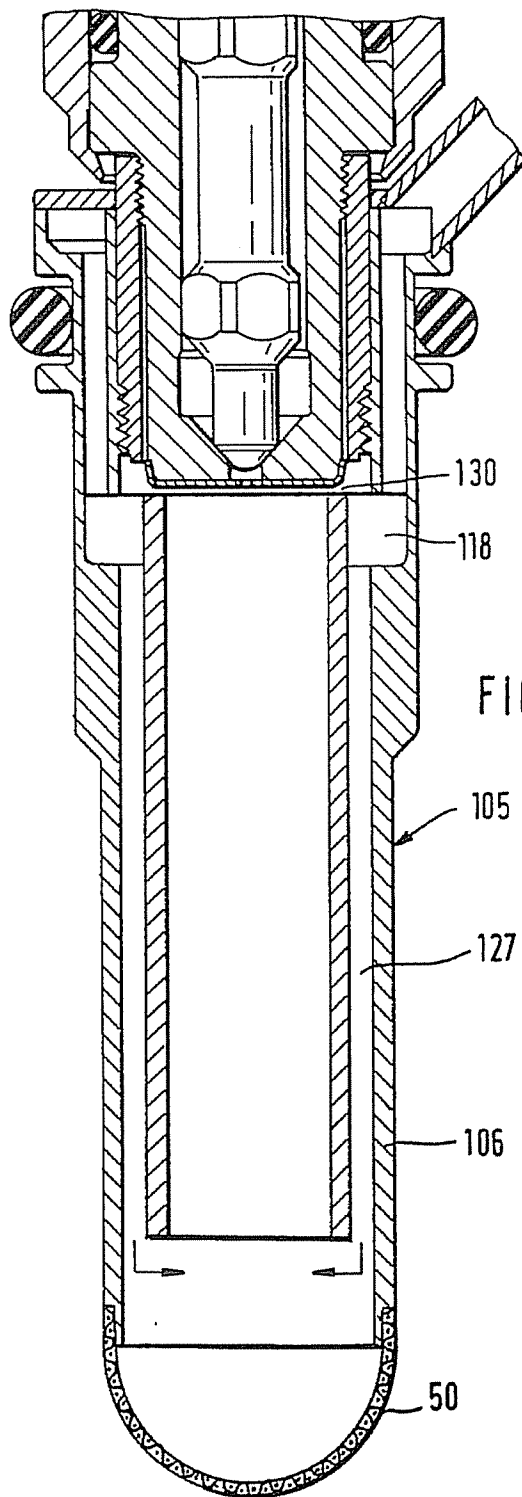
FIG. 30

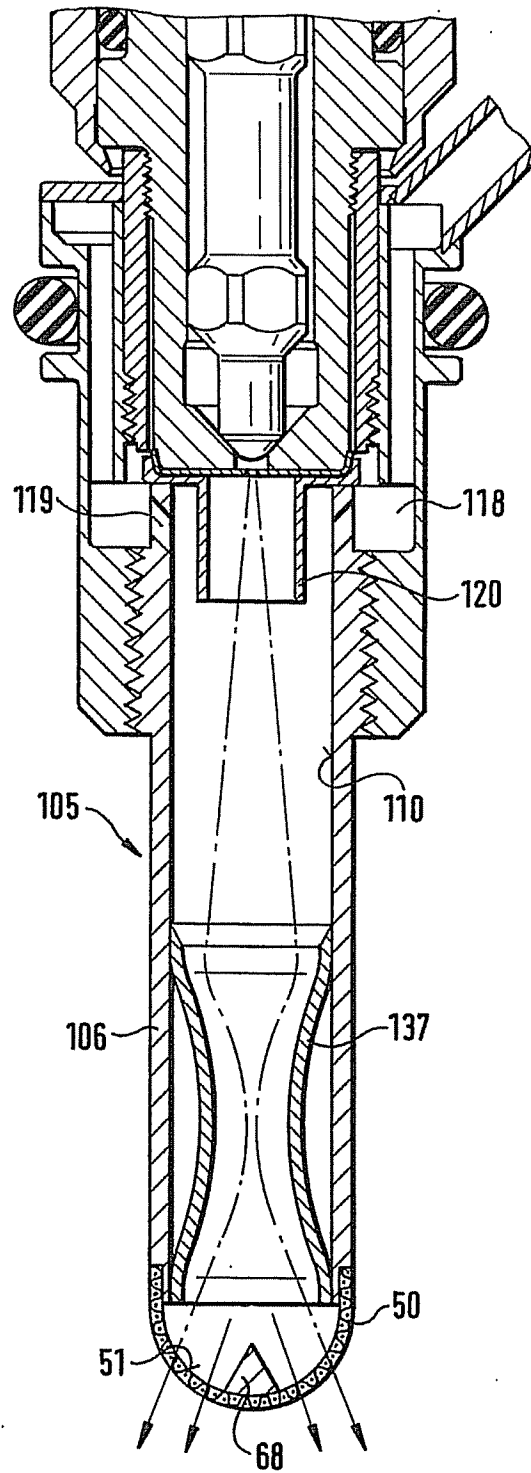


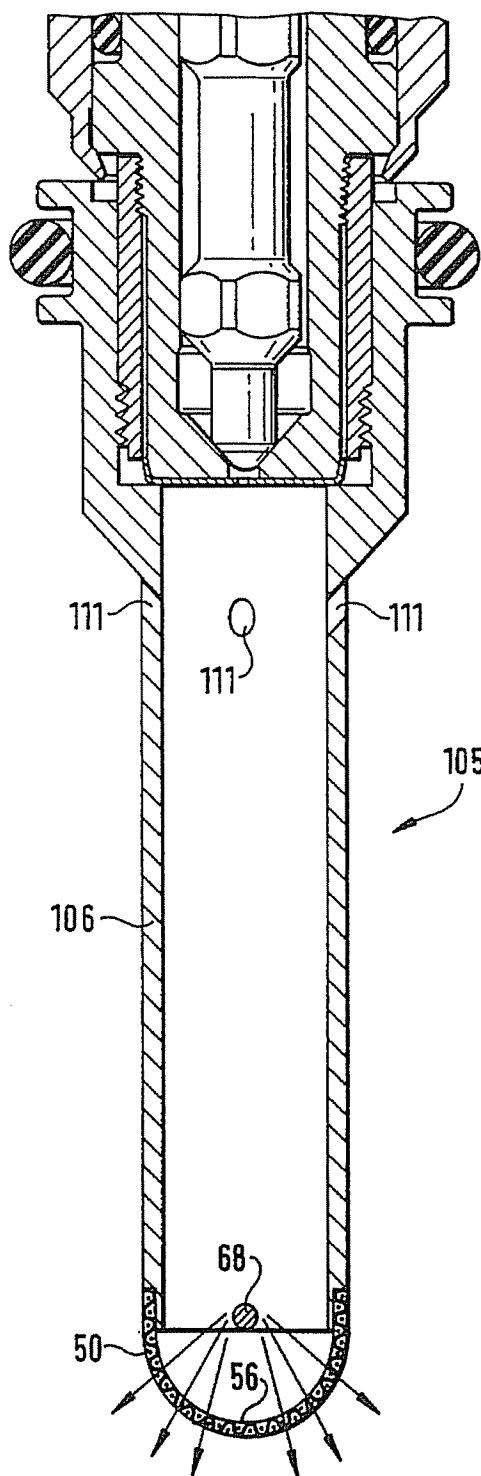












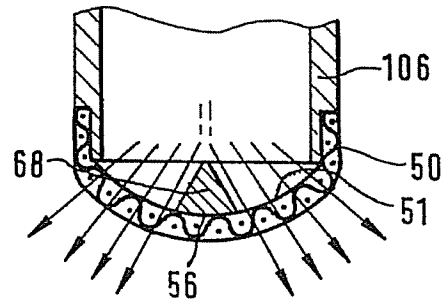


FIG. 39

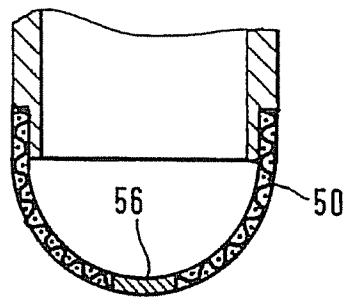


FIG. 40

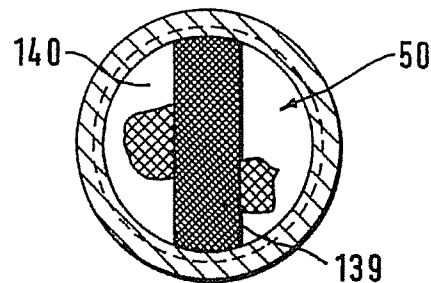
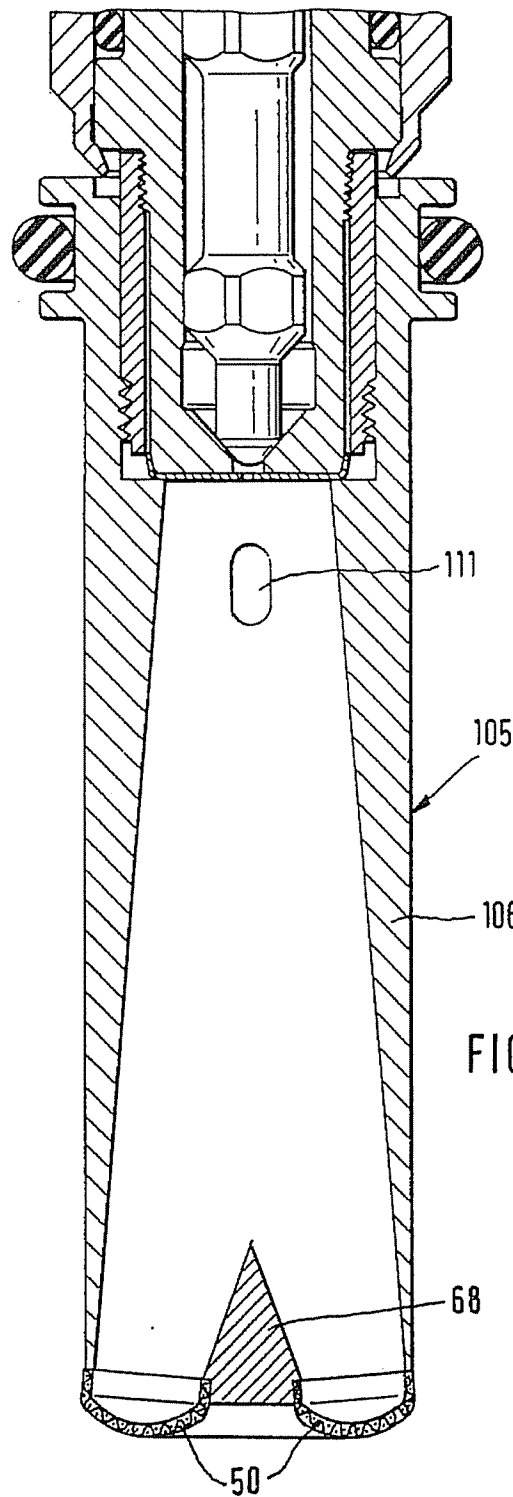
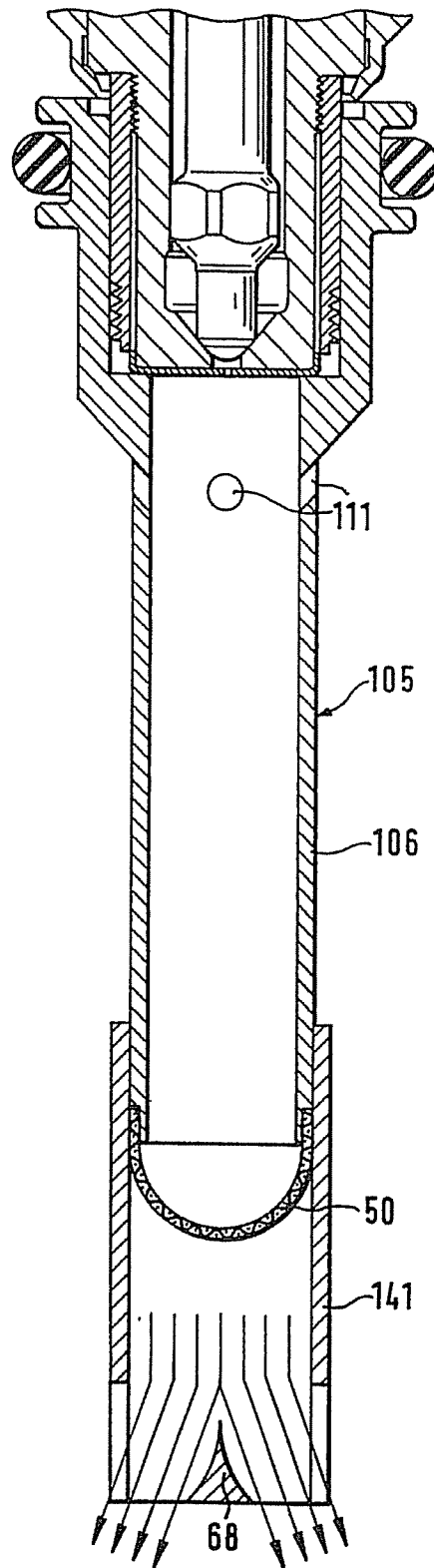


FIG. 41





**FIG. 43**



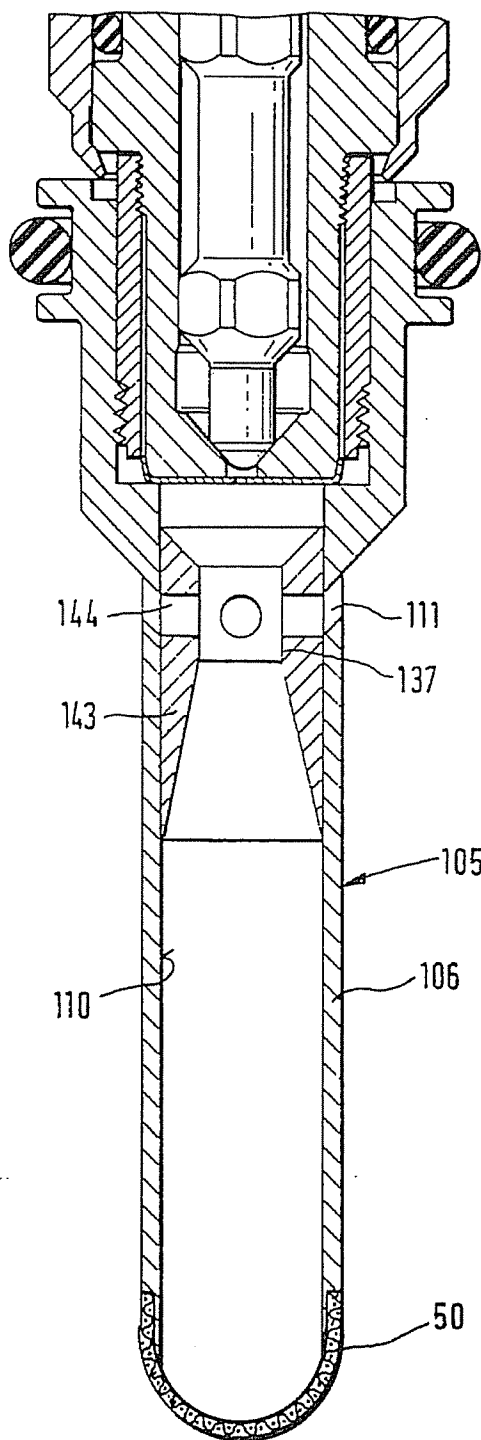


FIG. 44